

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

**Relações entre termoterapia, germinação, vigor e sanidade de sementes de
tomate**

Márcia Provinzano Braga

**Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em
Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia**

**Piracicaba
2009**

**Márcia Provinzano Braga
Engenheiro Agrônomo**

Relações entre termoterapia, germinação, vigor e sanidade de sementes de tomate

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

**Dissertação apresentada, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Fitotecnia**

**Piracicaba
2009**

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

Braga, Márcia Provinzano
Relações entre termoterapia, germinação, vigor e sanidade de sementes de tomate /
Márcia Provinzano Braga. - - Piracicaba, 2009.
91 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Armazenamento agrícola 2. Germinação de sementes - Vigor 3. Sementes - Patologia -
Tratamento térmico 4. Tomate - Fisiologia I. Título

CDD 635.642
B813r

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

À minha mãe Alzira Provinzano Braga

A quem devo tudo que sou e conquistei, pela minha vida, pelo exemplo de amor e dedicação incondicional e pelas constantes orações.

À minha irmã Marceli Provinzano Braga

Minha Grande Amiga, por ter feito de minha vida um grande livro de memórias inesquecíveis, pelo apoio, carinho, incentivo e pela cumplicidade desde a nossa concepção e em todos os momentos de nossas vidas.

Aos meus irmãos Marcelus Provinzano Braga e Marcius Provinzano Braga

Pela torcida e carinho e por estarem sempre presentes, cuidando da família por nosso querido pai, permitindo que eu seguisse meu caminho longe de casa.

Ao meu amor Jorge Konrado Xavier

Pelo amor e carinho, pelo apoio e incentivo constante, pela paciência e compreensão e por existir em minha vida e transformar os momentos difíceis dessa jornada, de forma doce e confortante, em enriquecedoras experiências.

DEDICO

Aos meus antepassados

Pela minha existência

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus e ao Mestre Mokiti Okada pela permissão e confiança depositada e pela Luz e Orientações a mim concedidas.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e à coordenação do PPG-Fitotecnia pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Júlio Marcos Filho pela orientação nesse trabalho e, principalmente, pelo exemplo de profissional e dedicação à arte de ensinar.

À Fundação Mokiti Okada pela concessão de bolsa de estudos e pelo apoio irrestrito, estrutural e de pessoal.

Ao Dr. Fernando Augusto de Sousa, Coordenador Geral do Centro de Pesquisa Mokiti Okada, exemplo de conduta em defesa da Agricultura Natural, por ter contribuído de maneira valorosa e expressiva para o meu crescimento profissional e missionário.

Ao Eng. Agr., MSc Sérgio Kenji Homma, Coordenador Técnico do Centro de Pesquisa Mokiti Okada, que admiro pela dedicação incansável ao aprimoramento das pesquisas voltadas à Agricultura Natural, pela estrutura e apoio que permitiram a concretização deste mestrado.

Ao Prof. Dr. Hasime Tokeshi, que além de profissional irrefutável, é exemplo de vida, pelo apoio e ensinamentos que formaram a base para essa nova conquista.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Ribeiro Chagas pela amizade e pelas importantes orientações, incentivo e apoio a esse mestrado.

Aos Professores Sílvio Moure Cícero, Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre, José Otávio M. Menten, Sônia Maria de S. Piedade e Helaine Carrer pelas orientações e convivência.

À Professora Dra. Maria Heloísa Duarte de Moraes pelo apoio e auxílio nas análises de sanidade e pelas orientações concedidas.

À Engenheira Agrônoma Helena M. C. Pescarin Chamma pelo auxílio nas análises de laboratório, pelo convívio e amizade sincera e desprendida e pelo apoio incondicional: Obrigada!

À secretária Luciane Lopes e ao secretário Rafael pela paciência, presteza e dedicação.

Aos funcionários do laboratório de Análises de Sementes e Patologia de Sementes, João Elias, Adilson e Fernanda e estagiários pelo auxílio e apoio durante o curso.

Aos amigos, Tais, Simone, Cristina, Bruna, Cris, Víctor, Fábio Socolowski, Nilce, Fabio Mielezski, Tatiana, Renata, Thais, Pastora, Annelise e Vanessa pela convivência e contribuição.

Ao Prof. Dr. Carlos Tadeu dos Santos Dias e ao doutorando em estatística Ricardo Olinda pelas orientações e empenho nas análises estatísticas.

À empresa Sakata Seed Sudamerica Ltda, pela estrutura e colaboração e às empresas Isla Sementes Ltda e Agristar do Brasil pelas sementes fornecidas.

Ao Professor Dr. José Rogério de Oliveira, coordenador do Laboratório de Bacteriologia de Plantas da UFV e equipe pela identificação da bactéria e orientações.

Aos funcionários da biblioteca Central da ESALQ/USP e, em especial, as bibliotecárias Sílvia Maria Zinsly, pelo apoio e incentivo, e Eliana Maria Garcia pela presteza na correção das referências bibliográficas.

Ao Gerente Geral da Korin Preservação e Recuperação do Meio – KMA, Hiroshi Ota, e à Bióloga Sakae Kinjo pela amizade e por terem me apoiado e incentivado no início dessa jornada e pela contribuição na tradução.

Aos colegas do Centro de Pesquisa Mokiti Okada e Korin Agropecuária Ltda, Giuliana, Bento, Isabel, Rodrigo, Mariana, Thiago, Juliana, Mateus, Edmar, Rosi, Cecília, Camila, Márcio, Edmilson, Josbel, Domiedson e estagiários Brena, Mariana, Amanda, Jiordano e Marina pelo apoio, convivência e auxílio à condução dos experimentos e demais colegas da Coordenação, Administração, Limpeza, Tesouraria, Contabilidade, Financeiro, Pesquisa, Consultoria Técnica, Melhoramento e Campo, que de alguma forma contribuíram para a concretização desse projeto.

À amiga Keiko Takahashi pelo carinho e empenho irrestrito à realização desse trabalho.

Aos amigos Carlos Daniel de S. Rodrigues, Rosa Cristina S. Rodrigues, Danielle e Giovanna pelo apoio, incentivo e carinho.

Aos amigos Luiz Augusto Mendes, Cecília Ifuki Mendes e Camila Yuri pelo carinho, convívio e apoio.

Aos amigos e afilhados Rogério M. Manoel, Cristiane Zandron e meu “pinguinho” Henrique pelo apoio direto nas várias etapas dessa jornada e pelo carinho, conforto e alegria.

Aos amigos Taiene, Dona Socorro, Dona Graça, “Dindinha” Alba, Ingrid, Marta, tia Ziza, Márcio e Márcia, Roseli, Marquinhos e Cláudia, Fabiano, Vânia e sobrinhos e afilhados Matheus, Marcela e Ohanna, que mesmo distante contribuíram para a concretização dessa etapa, pela torcida e orações.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para essa conquista.

“Quando apanho uma folha seca caída no chão, sinto nela a indiscutível Lei do Ciclo da Vida”

“Aprender por aprender é estudo morto, enquanto aprender algo para ser utilizado na sociedade é estudo vivo”

“Deixar tudo nas mãos de Deus não significa deixar as coisas correr sem desempenharmos a nossa parte na suposição de que Deus fará tudo por nós”

“Quem se vangloria de ter conquistado a Grande Natureza um dia será por ela dominado”

“Impor soluções e precipitar providência provoca desequilíbrio mental e impede boas inspirações”

“Quem vive agradecendo torna-se feliz, quem vive lamuriando caminha para a infelicidade”

Mokiti Okada

*“...Esperar não é saber
Quem sabe faz a hora
Não espera acontecer...”*

Geraldo Vandré

*“Ando devagar porque já tive pressa
E levo esse sorriso porque já chorei demais
Hoje me sinto mais forte, mais feliz, quem sabe,
Eu só levo a certeza de que muito pouco sei,
Ou nada sei...
... Cada um de nós compõe a sua própria história
E cada ser em si carrega o dom de ser capaz
De ser feliz...”*

Renato Teixeira

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 DESENVOLVIMENTO.....	17
2.1 Revisão bibliográfica.....	17
2.1.1 Tratamento de sementes	18
2.1.2 Termoterapia.....	20
2.1.3 Métodos de avaliação do potencial fisiológico e sanidade de sementes de tomate.....	26
2.2 Material e métodos	30
2.2.1 Análises preliminares do grau de umidade, potencial fisiológico e sanidade dos lotes	30
2.2.2 Experimento I	32
2.2.2.1 Tratamento das sementes de tomate	32
2.2.2.2 Avaliação do efeito da termoterapia no potencial fisiológico e sanidade das sementes de tomate	33
2.2.3 Experimento II.....	34
2.2.3.1 Tratamento das sementes de tomate	34
2.2.4 Análise estatística	35
2.3 Resultados e discussão	36
2.3.1 Análises preliminares do grau de umidade, potencial fisiológico e sanidade dos lotes	36
2.3.2 Experimento I	40
2.3.2.1 Avaliação do efeito da termoterapia no potencial fisiológico e sanidade das sementes de tomate	40
2.3.2.1.1 Cultivar UC-82	40
2.3.2.1.2 Cultivar Rio Grande	47
2.3.2.2 Avaliação do efeito da termoterapia no potencial fisiológico e sanidade das sementes de tomate após armazenamento.....	58
2.3.2.2.1 Cultivar UC-82	58
2.3.2.2.2 Cultivar Rio Grande	63
2.3.2.3 Considerações Gerais	69
2.3.3 Experimento II.....	71

2.3.3.1 Avaliação do efeito da termoterapia na sanidade e potencial fisiológico das sementes de tomate.....	71
2.3.3.1.1 Cultivar UC-82.....	71
2.3.3.1.2 Cultivar Rio Grande.....	73
2.3.3.2 Considerações gerais.....	77
2.3.4 Considerações finais.....	78
3 CONCLUSÕES	81
REFERÊNCIAS.....	83

RESUMO

Relações entre termoterapia, germinação, vigor e sanidade de sementes de tomate

O presente trabalho objetivou estudar a relação da termoterapia com o potencial fisiológico e sanidade de sementes de tomate, imediatamente após o tratamento e durante o armazenamento, identificando combinações eficientes de temperatura e período de exposição através do teste de sanidade e testes de vigor. O trabalho, dividido em dois experimentos diferenciados pelos tratamentos e métodos de secagem, foi realizado nos laboratórios de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal e Patologia de Sementes do Departamento de Fitopatologia da USP-ESALQ e no Centro de Pesquisa Mokiti Okada – M.O.A. No experimento I, sementes de dois lotes dos cultivares de tomate UC-82 e Rio Grande foram submetidas à termoterapia úmida com diferentes combinações de tempo e temperatura (52, 53, 54, 55 e 60°C/30 e 60 min), além das testemunhas (sementes tratadas com fungicida e não tratadas) e secadas ao ar livre por 72 horas. Após o tratamento as sementes tiveram seus desempenhos e sanidades avaliados em duas épocas, após a secagem e após 90 dias de armazenamento, através dos testes de porcentagem e primeira contagem de germinação, velocidade e porcentagem de emergência de plântulas, lixiviação de potássio, envelhecimento acelerado e sanidade. No experimento II, as sementes dos mesmos lotes foram submetidas à termoterapia nas combinações de tempo e temperatura de 55°C/30 min e 60°C/60 min, além das testemunhas, sementes tratadas com fungicida e não tratadas. Após o tratamento, as sementes foram cobertas com papel toalha e secadas por 12 horas e, em seguida, avaliadas através dos testes de sanidade, porcentagem e primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado. Os resultados permitiram concluir que a termoterapia (água quente a 55°C/30 min) é uma opção consistente para o controle de fungos associados às sementes de tomate, sem prejudicar o potencial fisiológico das sementes, dependendo da qualidade inicial do lote; os tratamentos 52 a 54°C por 30 ou 60 min não causam prejuízo ao potencial fisiológico de sementes de tomate, enquanto o efeito do tratamento a 55°C/60 min está associado à qualidade inicial do lote; o tratamento com água quente a 60°C por 30 ou 60 min não constitui opção para o tratamento de sementes de tomate, pois é eficiente para o controle de fungos, mas é letal às sementes; os tratamentos com água quente variando de 52 a 55°C por 30 ou 60 min não são eficientes em eliminar a bactéria *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* e acarretam queda da resistência de sementes de tomate, tornando-as vulneráveis à manifestação dos sintomas de cancro bacteriano na plântula; o período de 90 dias de armazenamento em condições controladas (20°C e umidade relativa do ar de 50%) pode reduzir o potencial fisiológico de sementes de tomate tratadas com água quente, mas há necessidade de estudos adicionais com períodos maiores de armazenamento para obtenção de resultados mais consistentes; a termoterapia com água quente deixa as sementes de tomate vulneráveis à contaminação por fungos saprófitos, havendo necessidade de estudos adicionais para determinação de opções de tratamentos complementares que ofereçam efeito residual para evitar futuras contaminações, no armazenamento ou no substrato.

Palavras-chave: Termoterapia; Sementes; Tomate; Potencial fisiológico; Sanidade; Armazenamento

ABSTRACT

Relationship between thermotherapy, germination, vigor and health of tomato seeds

The research had as objective to investigate the relationship between thermotherapy and physiological potential and health of tomato seeds immediately after the treatment and during the storage period, then to identify efficient combinations between temperature and exposure time, through seed health test and seed vigor tests. The research was carried out at the Seed Analysis Laboratory of the Department of Vegetal Production and Seed Pathology Laboratory of Phytopathology Department of USP-ESALQ and at Mokichi Okada Research Center – M.O.A.. and was divided in two experiments with different treatment and drying methods. In experiment I, seeds from two lots of UC-82 and Rio Grande tomato cultivars were submitted to humid thermotherapy with different combinations of time and temperature (52,53,54,55 and 60°C/30 and 60 min.), besides the control treatment (seeds with fungicide treatment and without treatment) and dried at air during 72 hours. After the treatment, seeds were evaluated on their performances and seed health in two different periods (after drying and after 90 days storage), through percentage and first count of germination tests, speed and percentage of seedling emergence, potassium leachate, accelerated aging and seed health test. In experiment II, seeds from the same lots were submitted to thermotherapy under two combination of time and temperature (55°C/30min and 60°C/60min), besides the control treatment (seeds with fungicide treatment and without treatment). After treatment, seeds were covered with paper towel and dried during 12 hours, and then evaluated through seed health test, percentage and first count of germination tests and accelerated aging. The results lead to the conclusion that thermotherapy (hot water at 55°C/30min) is a consistent option to control tomato seedborne fungi, without damaging the physiological potential of the seeds, depending on the initial quality of the seeds lots. Treatments with hot water at 52 to 54°C during 30 to 60 min do not cause damage to tomato seeds physiological potential, while 55°C/60 min treatment results are associated with the initial quality of the lots. The treatment with hot water at 60°C during 30 or 60 min cannot be considered as an option because is very effective to control fungi, otherwise is lethal to the seeds. The treatments with hot water temperature between 52 and 55°C during 30 or 60 minutes were not effective to eradicate *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* and caused the fall of the tomato seed resistance to diseases, turning the seeds vulnerable to bacterial canker symptoms show up in the seedling. Ninety days storage period under controlled conditions (20°C and relative humidity of 50%) may reduce physiological potential of the hot water treated seeds, but further investigation is needed with longer periods of storage to obtain more consistent results. Thermotherapy with hot water make the tomato seeds more vulnerable to saprophytic fungi contamination, needing additional studies to define the options of complementary treatments that offer residual effect to avoid future contaminations, during storage and in the substrate.

Keywords: Thermotherapy; Seeds; Tomato; Physiological potential; Health test; Storage

1 INTRODUÇÃO

As mudanças na tecnologia agrícola têm ocorrido com grande rapidez. Apesar disso, a posição das sementes permanece inalterável como “peças-chave” para um programa de produção agrícola bem sucedido. Essas mudanças na agricultura têm provocado o constante aprimoramento da qualidade das sementes. Esta compreende um conjunto de características que determinam seu valor para a semeadura, de modo que o potencial de desempenho das sementes somente pode ser identificado, de maneira consistente, quando é considerada a interação dos atributos de natureza genética, física, fisiológica e a sanidade (MARCOS FILHO, 2005).

Nesse sentido, a importância do controle de doenças transmitidas por sementes consiste, principalmente, na necessidade de se conter a transmissão a longa distância e, também, preservar a sanidade do material utilizado para multiplicação na mesma região, assim como garantir a formação de um *stand* uniforme. Baseado em Mendes et al.(2001), o emprego de agroquímicos tem sido a forma mais comum utilizada no controle de doenças; porém, verificam-se algumas desvantagens, principalmente seus possíveis efeitos sobre o meio ambiente e a resistência desenvolvida pelos microrganismos a determinados compostos.

Além dos métodos químicos, o tratamento de sementes pode ser praticado utilizando-se, também, os físicos, biológicos ou a combinação entre métodos. Dentre estes, a termoterapia é um dos mais eficientes, pois possui ação erradicante de infecções profundas e não polui o meio ambiente; porém, não confere proteção residual após o tratamento, além do risco de provocar danos à semente (MACHADO, 2000; COUTINHO et al., 2007). No entanto, esses percalços não justificam o escasso interesse da pesquisa, pois combinações de métodos não poluentes podem ser uma ferramenta eficaz no tratamento de sementes, destacando-se a associação da termoterapia a outros produtos alternativos (PROHENS; SOLER; NUEZ, 1999; TOITE; HERNANDEZ-PEREZ, 2005). Paralelamente, a falta de produtos seguros e eficientes registrados pelo Ministério da Agricultura para o tratamento de sementes de hortaliças infectadas por bactérias, cuja reivindicação pelas empresas de sementes é comum, faz da termoterapia uma alternativa em potencial.

O tratamento térmico é um procedimento físico baseado na utilização do calor seco ou úmido para exterminar patógenos. Dentre essas duas formas, a imersão em água quente é considerada a mais eficaz, podendo, entretanto, causar danos às sementes (MACHADO, 2000).

Vale ressaltar que esses danos sobrevêm da combinação entre temperatura e período de exposição necessária à eliminação do patógeno que, por vezes, também é letal à semente.

Desse modo, para o sucesso desse sistema, faz-se necessário, antes de tudo, o conhecimento da combinação adequada desses parâmetros de termoterapia, que podem variar com a espécie, cultivar, lote e outros fatores também importantes. Paralelamente, para a avaliação precisa dos efeitos dessas combinações, os testes de vigor, em complemento ao teste de germinação, são necessários, pois lotes de sementes apresentando germinação semelhante podem apresentar vigor diferente.

A pesquisa com sementes já percorreu um caminho relativamente longo e o acúmulo de conhecimento tem ocorrido de forma dinâmica e intensa à medida que surgem novos desafios. Verifica-se que os problemas referentes a sementes de grandes culturas têm sido contemplados com maior atenção que as olerícolas, floríferas, forrageiras e essências florestais (MARCOS FILHO, 2005). No entanto, apesar das vendas unitárias de sementes de hortaliças serem pequenas comparadas às de grandes culturas, a taxa de utilização, pelos agricultores, de sementes selecionadas é consideravelmente maior. Já em grandes culturas, grande parte das sementes utilizadas provém da reserva de grãos colhidos do ano anterior.

A importância da cultura do tomateiro e o valor comercial de suas sementes justificam os esforços para ampliar as opções de tratamentos que contribuam com a qualidade de suas sementes. Embora o controle alternativo com termoterapia venha se mostrando eficiente, são poucos os estudos sobre essa tecnologia aplicada ao controle de patógenos e, principalmente, o seu efeito sobre o potencial de desempenho das sementes, sobretudo de hortaliças.

Se for possível oferecer ao produtor sementes adaptadas ao sistema de agricultura alternativa, com alto potencial fisiológico, sadia e livre de agroquímicos, toda a cadeia produtiva dos alimentos agroecológicos será beneficiada, com redução da poluição ambiental e um possível aumento na produtividade e qualidade do produto final, tornando-o mais competitivo.

Dessa maneira, o presente trabalho objetivou estudar a relação da termoterapia com o potencial fisiológico e sanidade de sementes de tomate, imediatamente após o tratamento e durante o armazenamento, identificando combinações eficientes de temperatura e período de exposição através do teste de sanidade e testes de vigor.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

No mercado de hortaliças, segundo pesquisa realizada pela Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas - ABCSEM com as empresas de sementes de hortaliças mais atuantes no país, durante os anos de 2003 e 2004, as sementes de tomate alcançaram a maior arrecadação dentre as 39 principais espécies olerícolas (ABCSEM, 2007). Esse resultado expressivo pode ser considerado um reflexo da importância da cultura na cadeia produtiva, pois, de acordo com Nascimento (2009), o tomate assume posição de destaque no mundo, dentre as hortaliças que se multiplicam por sementes.

O tomate é uma dicotiledônea proveniente das Américas, sendo a região andina, que vai do norte do Chile, passando pelo Peru até o Equador, o centro de origem das espécies silvestres (GIORDANO et al., 1999). Sua domesticação e cultivo são méritos de tribos indígenas primitivas que habitavam o México (FILGUEIRA, 2003) e deram origem as cultivares modernas. Ao longo desses anos de pesquisas e de vultosos investimentos no seu melhoramento, as sementes de tomate carregam hoje valorosos avanços genéticos.

As sementes de tomate podem preservar a capacidade germinativa normal, se armazenadas em boas condições, por três anos (OLTRA, 2003) ou mais e a taxa de germinação normalmente é elevada, muitas vezes superando 95% (FILGUEIRA, 2003), ainda que o padrão de germinação de sementes de tomate, estabelecido pela portaria nº 457 (BRASIL, 1986), seja de apenas 75%. Rees (1970) assegurou que as sementes de tomate não necessitam de técnicas especiais de armazenamento, podendo ser conservadas por mais de 10 anos em sacos de papel a temperatura ambiente, com pouca perda de viabilidade. Ao passo que Barton e Garman (1946), em um estudo sobre os efeitos da idade e das condições de armazenamento de sementes de diversas espécies de hortaliças, verificaram que após 13 anos de armazenamento em temperatura ambiente, apenas as sementes de tomate apresentaram uma perda significativa da viabilidade. No entanto, independentemente da espécie, esses índices podem variar com diversos fatores, dentre eles, o teor de água das sementes (ABDALLA; ROBERTS, 1969) e a associação das sementes com patógenos.

As sementes de tomate podem transmitir diversos patógenos entre fungos, bactérias e vírus, conforme lista organizada por Richardson (1990), destacando-se: *Fusarium* spp. (MUNIZ, 2001); *Alternaria alternata* (MUNIZ, 2001; TOGNI et al., 2005); *Phoma* sp. (NASCIMENTO; MIRANDA; MORAES, 1990); *Pseudomonas tomato* (NASCIMENTO; MIRANDA; MORAES, 1990); *Xanthomonas vesicatoria* (McMILLAN Jr., 1987; NASCIMENTO; MIRANDA; MORAES, 1990; SILVA et al. 2002; CARMO et al., 2004); *Clavibacter michiganense subsp michiganense* (Smith) (SHOEMAKER; ECHANDI, 1976; IKUTA, 1990; NASCIMENTO; MIRANDA; MORAES, 1990) e TMV (REES, 1970), como agentes causadores de doenças do tomateiro, de acordo com Kurosawa e Pavan (1997). Somando-se a esses, a *Didymella lycopersici* (KASSELAKI et al., 2008) pode estar associada às sementes, mas não é agente causador de doenças no tomateiro.

Outros patógenos, também causadores de doenças, são citados em diversas pesquisas, como *Cladosporium* spp. (NASCIMENTO; MIRANDA; MORAES, 1990; DINIZ et al., 2006); *Cladosporium fulvum* (MUNIZ, 2001) e *Erwinia* spp. (SILVA et al. 2002; CARMO et al., 2004; LOPES; ROSSETTO, 2004). Por outro lado, muitos, também citados na literatura, não são agentes causadores de doenças para o tomateiro, mas podem reduzir o vigor das sementes, como: *Aspergillus* spp. (NASCIMENTO; MIRANDA; MORAES, 1990; TORRES; PEIXOTO; CARVALHO, 1999; CARMO et al., 2004; LOPES; ROSSETTO, 2004; DINIZ et al., 2006); *Penicillium* spp. (CARMO et al., 2004; DINIZ et al., 2006); *Rhizopus* sp. (CARMO et al., 2004; LOPES; ROSSETTO, 2004); *Curvularia* sp. e *Monilia* sp. (CARMO et al., 2004). Desse modo, o tratamento para o controle desses patógenos assume vital importância como uma das medidas de preservação da qualidade das sementes.

2.1.1 Tratamento de sementes

Tratamento de sementes, no sentido amplo, envolve a aplicação de diversos processos e substâncias às sementes, objetivando preservar ou aperfeiçoar seu desempenho com possíveis reflexos no desenvolvimento e na produtividade das plantas. No sentido restrito e mais tradicional, tratamento de sementes visa o controle de agentes causais de doenças que interferem na produtividade das plantas cultivadas e é uma das técnicas mais utilizadas na agricultura (MENTEN, 1991). A sua eficiência depende, basicamente, do tipo e localização do patógeno

alvo, do vigor da semente e da existência de substâncias ou processos eficazes (MENTEN, 1991; MACHADO, 2000). Nesse sentido, tanto para grandes culturas como para hortaliças, Menten (2005) concluiu que o uso de sementes saudáveis ou adequadamente tratadas é a medida de controle de doenças mais recomendada, utilizada e eficiente, superando outras muito valorizadas como cultivares resistentes, fungicidas e/ou defensivos, rotação de culturas, local e época de cultivo, adubação equilibrada, etc.

Existem diversos tipos de tratamento de sementes: químico, físico (radiações eletromagnéticas ou ionizantes e termoterapia), biológico ou a combinação de métodos (MENTEN, 1991; BABADOOST; DERIE; GABRIELSON, 1996; PROHENS; SOLER; NUEZ, 1999; MACHADO, 2000). É possível encontrar referências sobre o tratamento de sementes desde a era cristã, com o uso de sais e diversos tipos de produtos químicos (McGEE, 1995; MACHADO, 2000). No tratamento de bactérias associadas às sementes, o controle químico tem tido um sucesso limitado, seja devido à falta do controle interno do inóculo ou pela fitotoxicidade (HONERVOGT; LEHMANN-DANZINGER, 1992; McGEE, 1995), além da inexistência de produtos registrados pelo Ministério da Agricultura recomendados para o tratamento de sementes de hortaliças. Dentre os fungicidas, Captan e Thiram são os mais utilizados na proteção de sementes contra patógenos causadores de tombamento pré e pós-emergência (CUNHA; REIFSCHNEIDER; DELLA VECCHIA, 1987; McGEE, 1995; MACHADO, 2000), com controle eficaz em muitos casos ou, por vezes, sem resultados positivos, como os alcançados por Nascimento; Miranda e Moraes (1990) e Muniz (2001) em sementes de tomate. Em alguns exemplos o resultado com o tratamento químico foi menos eficaz que o tratamento com a termoterapia (GRONDEAU; SAMSON, 1994). Cunha; Reifschneider e Della Vecchia (1987) complementaram que, na verdade, não pode ser considerado que seja feito controle de patógenos em sementes de hortaliças, e sim um tratamento de sementes com fungicidas, como o Captan, cujo objetivo básico é a proteção contra alguns patógenos de solo, não patógenos da semente.

No sistema de produção de sementes com selo orgânico não é permitido o uso dos fungicidas, tanto na fase de campo quanto no tratamento das sementes, fazendo do controle sanitário uma preocupação a mais para as empresas produtoras de sementes certificadas pelo sistema orgânico. Segundo TREWEVAS (2001) não existem alternativas eficazes de tratamento de sementes, permitidas pelas normas da agricultura biológica, o que torna imprescindível o investimento em pesquisa de formas alternativas de tratamento (térmico, biológico, etc.).

O tratamento térmico de sementes, mais precisamente com água quente, foi descrito pela primeira vez em 1888, por Jensen, na Dinamarca (MENTEN, 1991; GRONDEAU; SAMSON, 1994) e, desde então, as pesquisas que envolvem o tema vêm progredindo lentamente, evidenciando, por um lado, muitos resultados positivos, e por outro, diversas controvérsias devido ao número de fatores que podem interferir nos resultados (REES, 1970; NEEGAARD, 1979; CUNHA; REIFSCHNEIDER; DELLA VECCHIA, 1987; McMILLAN, 1987; KUROSAWA; PAVAN, 1997; TRIGO et al., 1998; SILVA et al., 2002; CARMO et al, 2004; LOPES; ROSSETTO, 2004; TOITE; HERNANDEZ-PEREZ, 2005). Desse modo, fica evidente que o método constitui opção promissora no tratamento de sementes de hortaliças, mas necessita de estudos mais extensos e profundos.

2.1.2 Termoterapia

A termoterapia consiste na exposição do material a ser tratado à ação do calor em combinação com o período de tratamento, visando à erradicação ou redução do inóculo infeccioso de um agente causador de doenças. Trata-se de uma medida que requer controle rigoroso do binômio temperatura/tempo de exposição e o princípio do tratamento baseia-se no diferencial dos pontos térmicos letais no caso de sementes e patógenos, ou seja, a temperatura letal para a semente deve ser consideravelmente superior à letal para o patógeno (BAKER, 1962; NEEGAARD, 1979; SOAVE; MORAES, 1987; MACHADO, 2000; COUTINHO et al., 2007) e, em muitos casos, esse diferencial é mínimo, devendo, portanto, haver maior precisão de procedimentos (IKUTA, 1990; LOPES; QUEZADO-SOARES, 1997).

A termoterapia, que pode ser realizada a seco ou úmido, é um método não poluente de controle de patógenos e possui ação erradicante de infecções profundas (MACHADO, 2000); entretanto, Grondeau e Samson (1994); Machado (2000) e Lopes e Rossetto (2004) consideraram que o método não apresenta efeito ou proteção residual e as sementes tratadas têm o vigor afetado, deteriorando mais rapidamente no período de armazenamento em comparação às não tratadas. Avaliando os diferentes métodos de tratamento de sementes para erradicação de *Xanthomonas vesicatoria* em sementes de tomate e os seus efeitos sobre as características fisiológicas e sanitárias das sementes, Carmo et al (2004) concluíram que os métodos físicos de tratamento de sementes, água aquecida ou calor seco, podem afetar a flora microbiana das

sementes sem ação residual, o que sugere a necessidade do uso complementar de fungicidas protetores ou de alguma técnica para proteção contra reinfestação por patógenos de armazenamento, bem como proteção contra patógenos habituais do solo.

Muitos caminhos ainda devem ser percorridos para os devidos ajustes de procedimentos que garantam a eficácia do método no controle dos patógenos, sem prejuízo ao potencial fisiológico das sementes, concomitantemente ao desenvolvimento de técnicas ou produtos a serem aplicados em associação à termoterapia (HERMANSEN; BRODAL; BALVOLL, 1999).

Alguns fatores podem interferir nos resultados da termoterapia, como o tipo e procedência das sementes, ou seja, efeitos variáveis do tratamento térmico podem ser observados em relação a diferentes cultivares de uma mesma espécie ou diferentes lotes de um mesmo cultivar (GRONDEAU et al., 1992; LOPES; ROSSETTO, 2004; GROOT et al., 2006), além das condições climáticas da região onde as sementes foram produzidas. Outro fator a ser considerado é a condição fisiológica das sementes, isto é, sementes mais vigorosas, assim como sementes dormentes, são mais tolerantes a temperaturas elevadas do que sementes com vigor comprometido e não dormentes (DREW; BROCKLEHURST, 1985; TRIGO et al., 1998; MACHADO, 2000; TOITE; HERNANDEZ-PEREZ, 2005).

Vale ressaltar a importância de se conhecer a condição fisiológica das sementes antes de se tomar a decisão de submetê-las ao tratamento térmico. Não obstante, há de se esclarecer que nem sempre uma semente com idade cronológica mais avançada é menos vigorosa que outra de colheita mais recente. Por exemplo, sementes expostas a temperaturas muito elevadas durante minutos podem apresentar idade fisiológica ou grau de deterioração mais avançado que outras armazenadas sob baixa temperatura e umidade relativa do ar durante vários anos (MARCOS FILHO, 2005). Desse modo, pode-se inferir que a sensibilidade dos lotes de sementes a termoterapia deve ser averiguada mediante resultados de testes de vigor.

Na modalidade de termoterapia a seco, o tratamento pode ser realizado utilizando-se uma estufa com controle de temperatura ou através de circulação forçada de ar quente através da massa de sementes durante um determinado período de tempo pré-estabelecido (SOAVE; MORAES, 1987), metodologia que vem sendo testada por alguns pesquisadores com efeito positivo no controle de patógenos de sementes de tomate (BROADBENT, 1965; REES, 1970; IKUTA, 1990; MUNIZ, 2001; SILVA et al., 2002; CARMO et al., 2004); arroz (PERLEBERG; SPERANDIO, 1998); cenoura (VIANNA; SILVA SANTOS; MENTEN, 1991; TRIGO et al.,

1998) e alfafa (MENDES et al, 2001) ou, em outros casos, sem muito sucesso, como no tratamento de sementes de tomate (LOPES; ROSSETTO, 2004); pepino (PROHENS; SOLER; NUEZ, 1999) e sorgo (MORE; STENNING; MAGAN, 1992).

Na modalidade de tratamento com calor úmido, pode ser usado o vapor arejado, cujo fluxo é direcionado a massa de sementes mantidas em camadas, ou a imersão das sementes na água quente em tanques com controle de temperatura e circulação de água. As referências encontradas na literatura relatam resultados satisfatórios no controle de patógenos de sementes de cenoura (CUNHA; REIFSCHNEIDER; DELLA VECCHIA, 1987; VIANNA; SILVA SANTOS; MENTEN, 1991; PRYOR; DAVIS; GILBERTSON, 1994); tomate (SHOEMAKER; ECHANDI, 1976; McMILLAN Jr, 1987; IKUTA, 1990; LEWIS IVEY; MILLER, 2005); pimentão (MORAES; MENTEN, 1987); melão e abóbora (SHAHDA; AL-RAHMA; RAGEH, 1995); milho (ERDEY; MYCOCK; BERJAK, 1997; COUTINHO et al., 2007; RAHMAN et al., 2008); sorgo (MASUM; ISLAM; FAKIR, 2009); espinafre (TOITE; HERNANDEZ-PEREZ, 2005); Leucena (PRABHU, 1982) e Alfafa (MENDES et al, 2001). Todavia, Carmo et al. (2004) não obtiveram o mesmo resultado no controle dos patógenos detectados nas sementes de tomate, assim como Verzignassi, Vida e Homechin (1997) em sementes de estévia e Muniz e Porto (1999) em sementes de cenoura.

O sucesso do tratamento térmico depende do tipo de calor, seco ou úmido, da temperatura empregada, do período de exposição e da uniformidade da aplicação do calor (MENDES et al, 2001), devendo ser cuidadosamente ajustados à espécie, cultivar e lote. Contudo, seja qual for a modalidade empregada, a termoterapia requer o uso de equipamentos com controle preciso de temperatura, apresentando, conseqüentemente, inconvenientes quando aplicada a grandes quantidades de sementes (BAKER, 1962; MACHADO, 2000; ESTAFANI; MIRANDA FILHO; UESUGI, 2007).

A termoterapia com imersão das sementes em água quente é considerada mais eficiente quando comparada ao tratamento com uso do calor seco (GRONDEAU et al., 1992), pois a água em seu estado líquido proporciona maior condutividade de calor em relação aos demais veículos, (GRONDEAU; SAMSON, 1994; MACHADO, 2000) e é recomendada para várias espécies de hortaliças como aipo, alface, cenoura, crucíferas, espinafre, pepino, pimenta e tomate (DHINGRA et al., 1980; NEEGAARD, 1979). Entretanto, tal tratamento pode causar desnaturação dos tecidos externos das sementes, e, após um determinado período de tempo, os

tecidos de reserva que possibilitam a germinação das sementes (MACHADO, 2000). Acrescentando, Menten (1991) considera que a água quente causa danos às sementes em função do rompimento do tegumento e/ou extravasamento de substâncias da semente.

Desse modo, para maior eficácia dessa técnica, alguns procedimentos podem ser adotados, como a pré embebição das sementes em água não aquecida (BAKER, 1962; VERZIGNASSI; VIDA; HOMECHIN, 1997; COUTINHO et al., 2007; RAHMAN et al., 2008; MASUM; ISLAM; FAKIR, 2009), visando a eliminação de bolsões de ar entre os tecidos mortos superficiais, além de facilitar a condução do calor nos tecidos da semente e estimular o crescimento de certos patógenos tornando-os mais sensíveis ao tratamento. Outro tratamento prévio recomendado para algumas espécies é o pré-aquecimento por 1 minuto a uma temperatura inferior em 5 a 10°C à recomendada para o tratamento (DHINGRA et al., 1980, MACHADO, 2000) ou a 40°C por 10 minutos, antes da imersão em água à temperatura especificada (MORAES; MENTEN, 1987). Essa medida visa reduzir o resfriamento da água no equipamento de termoterapia pela introdução de sementes “frias”, diminuindo, portanto, a necessidade de elevação da temperatura (DHINGRA et al., 1980). Todavia, qualquer um desses procedimentos deve ser testado antes de sua adoção; no tratamento de sementes de alfafa a 60°C, independentemente do tempo de exposição, Mendes et al (2001) observaram que o pré-aquecimento a 40°C proporcionou resultados negativos à germinação; quando as sementes foram submetidas a 60°C, sem pré-aquecimento, em qualquer tempo de exposição, os patógenos foram controlados, sem prejuízo a germinação das sementes, corroborando os resultados encontrados por Erdey; Mycock e Berjak (1997) em estudos com sementes de milho.

Após o tratamento é recomendável o resfriamento rápido pela imersão das sementes em água à temperatura ambiente (BAKER, 1962; DHINGRA et al., 1980; DREW; BROCKLEHURST, 1985; MORE; STENNING; MAGAN, 1992; GRONDEAU; SAMSON, 1994; MENDES et al, 2001; TOITE; HERNANDEZ-PEREZ, 2005) e secagem, cujo processo deve ser realizado no menor tempo possível (DREW; BROCKLEHURST, 1985) para evitar contaminações por microrganismos saprófitos. Como o processo normalmente é feito a temperatura ambiente, não é possível fazer uma recomendação mais precisa do tempo de secagem.

Em uma revisão sobre termoterapia, Grondeau e Samson (1994) advertiram que nos tratamentos de sementes com água quente, independentemente da espécie, a temperatura deve se restringir a uma faixa de 45 a 60°C por um período máximo de exposição de 60 minutos.

O tratamento com calor via úmido por 15 minutos foi eficiente quando Vianna; Silva Santos e Menten (1991) submeteram as sementes de cenoura a 50°C, com redução na incidência dos patógenos de 80%. A porcentagem e velocidade de emergência de plântulas foram, respectivamente, 3,3 e 4 vezes maiores que a testemunha. A 55°C, a eliminação de *Alternaria dauci* e *A. radicina* foi total e a porcentagem e velocidade de emergência de plântulas foram, respectivamente, 2,9 e 2,2 vezes maiores que a testemunha. Desse modo, os autores concluíram que a temperatura ótima para o tratamento de sementes de cenoura visando o controle destes patógenos deve estar entre 50 e 55°C.

Em sementes de alfafa inoculadas com *Fusarium oxysporum*, o tratamento com água quente a 50°C, com ou sem pré-aquecimento a 40°C, o período de tratamento foi de 10 e 20 minutos e também houve controle efetivo do patógeno, sem afetar significativamente a germinação das sementes. No entanto, quando o tempo de exposição das sementes a água quente foi aumentado para 30 minutos, os tratamentos foram eficientes na erradicação do fungo, mas afetaram significativamente a germinação das sementes (MENDES et al, 2001). Do mesmo modo, porém com sementes de cenoura, Pryor; Davis e Gilbertson (1994) também obtiveram erradicação do patógeno a 50°C por 30 minutos com redução significativamente da germinação. Todavia, em melão e abóbora, Shahda; Al-Rahma e Rageh (1995) também controlaram os fungos das sementes a 50°C por 30 minutos, assim como 55°C por 20 minutos, mas não foi verificado prejuízo à germinação das sementes.

Para o tratamento térmico de sementes de estévia, Verzignassi; Vida e Homechin (1997) concluíram que o tratamento mais eficiente na erradicação de *Alternaria steviae* e *A. alternata*, sem ocasionar redução significativa na germinação, foi de 52°C por 15 minutos e 54°C por 5 minutos. Nos tratamentos 54°C por 10 e 15 minutos de exposição houve redução significativa na germinação das sementes em relação à testemunha não tratada.

Em sementes de tomate, a literatura consultada também apresenta controvérsias quanto a indicação dos parâmetros de tratamento com água quente. Dhingra et al., (1980) recomendaram a temperatura de 50°C por 25 minutos para o tratamento de sementes de tomate, independentemente do patógeno alvo. Do mesmo modo, Machado (2000) também sugeriu a

imersão das sementes de tomate em água quente a 50°C por 25 minutos, indicando para o controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* e *Alternaria solani*. Todavia, Carmo et al (2004) verificaram que o mesmo tratamento não afetou o vigor das sementes, avaliado pelo teste de primeira contagem de germinação e emergência de plântulas; no entanto, não foi alcançada eficiência na erradicação de *X.vesicatoria*, assim como Muniz (2001), que também não conseguiu controlar *Cladosporium fulvum*, *Fusarium* spp. e *Alternaria alternata* em sementes de tomate tratadas a 50°C por 30 minutos, afetando, ainda, a viabilidade das sementes. Porém, com 56°C por 30 minutos, McMillan (1987) obteve 100% de controle de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* sem prejuízo a germinação das sementes de tomate.

Kurosawa e Pavan (1997) recomendaram o tratamento das sementes com a água a 55°C durante 6 horas, para o controle de *Cladosporium fulvum*. Para o controle de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* em sementes de tomate, Machado (2000) recomendou o tratamento com água quente a 53°C por 60 minutos e Kurosawa e Pavan (1997) o tratamento a 56°C por 30 minutos. Apesar de Ikuta (1990) ter constatado que a combinação da temperatura/tempo letal para *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* foi de 62°C por 30 minutos, afetando significativamente a porcentagem e velocidade de emergência dos lotes tratados.

Nos trabalhos que contemplam os tratamentos com água quente, são várias as recomendações de combinações temperatura/tempo de exposição, além de pré-tratamentos que visam melhorar a eficiência do método, na erradicação do patógeno, sem afetar o desempenho das sementes. Destaca-se, contudo, a observação em alguns trabalhos (VERZIGNASSI; VIDA; HOMECHIN, 1997; MENDES et al, 2001) de um efeito mais expressivo do tempo do que da temperatura de exposição das sementes em alguns tratamentos, tanto no controle dos patógenos quanto na viabilidade das sementes.

Os métodos de tratamento variam conforme a espécie, a cultivar e as condições iniciais do lote das sementes. Para o tratamento de sementes de tomate com água quente, os poucos trabalhos publicados apresentam uma grande variação na recomendação de combinações de temperatura e tempo de exposição e os resultados são diversificados, com pouca informação sobre os seus efeitos no vigor das sementes.

2.1.3 Métodos de avaliação do potencial fisiológico e sanidade de sementes de tomate

O potencial de desempenho deve considerar a capacidade das sementes originarem plântulas normais, a velocidade de emergência e de crescimento das plântulas em campo, o potencial de armazenamento e a conservação do potencial fisiológico durante o transporte (MARCOS FILHO, 2005). O potencial fisiológico das sementes abrange a viabilidade, ou seja, a sua capacidade germinativa, e o seu vigor, que, segundo AOSA (1983), compreende as propriedades (características) da semente que determinam o potencial para uma emergência e desenvolvimento rápidos e uniformes de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições ambientais.

O vigor de sementes não é uma característica facilmente mensurável como o índice de germinação, mas proveniente de um conceito complexo de características associado a um ou mais aspectos do desempenho do lote de sementes. Como consequência, os testes de vigor fornecem informações adicionais para auxiliar na diferenciação dos lotes de sementes com padrão de germinação aceitável e que as diferenças detectadas estejam relacionadas ao comportamento das sementes durante o armazenamento e após a sementeira (MARCOS FILHO, 2005; TeKRONY, 2003).

De acordo com McDonald (1975), os testes de vigor são distribuídos em testes físicos, fisiológicos, bioquímicos e de resistência a estresses. No entanto, em artigo mais recente, TeKrony (2003) destacou que os testes de vigor podem ser agrupados em três grandes categorias: testes baseados no desempenho ou características de plântulas, testes de resistência a estresses e testes bioquímicos.

Entretanto, um único teste, quer seja fisiológico, bioquímico ou de resistência a estresse, não tem se mostrado suficiente para avaliar o potencial de desempenho das sementes sob diferentes condições ambientais (HAMPTON; COOLBEAR, 1990) e a escolha dos testes será direcionada de acordo com a finalidade da avaliação do vigor dos lotes de sementes. Em sementes tratadas por termoterapia, por exemplo, o calor a que são submetidas pode causar desnaturação dos tecidos externos e rompimento do tegumento com extravasamento de substâncias da semente (MENTEN, 1991; MACHADO, 2000), sugerindo o emprego de testes que avaliam a integridade das membranas, como uma opção para avaliação do seu vigor.

Assim, a combinação de testes de natureza diversificada pode aumentar a precisão dos resultados e determinar a metodologia mais adequada para o emprego da termoterapia. No entanto, grande parte das pesquisas que avaliam o efeito dos tratamentos de sementes se preocupa em comparar apenas a viabilidade das sementes através do teste padrão de germinação. As poucas exceções encontradas nesta revisão dedicaram-se a aplicação dos testes de primeira contagem de germinação e/ou condutividade elétrica em sementes de tomate (SILVA et al., 2002; CARMO et al, 2004; LOPES; ROSSETTO, 2004) e milho (COUTINHO et al., 2007) e avaliação da velocidade de germinação (IKUTA, 1990; PROHENS; SOLER; NUEZ, 1999). Com raras exceções, foram aplicados os testes de frio e/ou envelhecimento acelerado e avaliação da qualidade das mudas, como em sementes de arroz (PERLEBERG; SPERANDIO, 1998), cenoura (TRIGO et al., 1998) e sorgo (MORE; STENNING; MAGAN, 1992).

O teste de envelhecimento acelerado pode ser considerado como um dos mais sensíveis para avaliação do vigor de sementes (MARCOS FILHO, 1999) e mais especificamente para as sementes de hortaliças. Estudando a metodologia do teste de envelhecimento acelerado, Panobianco e Marcos Filho (2001a) concluíram que os parâmetros (41°C/72 horas), com ou sem solução saturada de NaCl, foram eficientes para detectar diferenças de vigor entre os lotes de sementes de tomate. Com o objetivo de identificar a eficácia de diferentes testes de vigor, baseados na integridade das membranas e na tolerância ao estresse, Panobianco e Marcos Filho (2001b) concluíram que os testes de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (41°C/72 horas) e lixiviação de potássio foram eficientes, possibilitando a identificação de lotes com diferentes níveis de potencial fisiológico. Em contraposição, a combinação 41°C/72 horas empregada no teste de envelhecimento acelerado por Barros et al. (2002) não foi eficiente para separar os lotes de sementes de tomate em níveis de vigor. Nascimento; Barros e Pessoa (1993) avaliaram a temperatura de 42°C pelos períodos de 24, 48, 72 e 96 horas, sendo o período de 72 horas considerado o mais indicado para o teste de envelhecimento acelerado de sementes de tomate à temperatura testada, mas não deu uma boa estimativa do desempenho das sementes em condições de campo.

Segundo Panobianco e Marcos Filho (2001b), para os dois híbridos de tomate estudados, o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (41°C/72 horas) propiciou separação de lotes mais próxima à obtida na emergência em casa de vegetação e pode ser considerado uma alternativa promissora para utilização em programas de controle de

qualidade, visto que requer metodologia e equipamento semelhantes ao procedimento tradicional, sem o uso de solução salina.

Dentre muitos parâmetros de avaliação do vigor das sementes, a integridade das membranas é um dos mais importantes, pois segundo Marcos Filho (2005) as membranas provavelmente representam os principais alvos das transformações prejudiciais às sementes, devido à instabilidade físico-química dos lipídios, com redução ou perda da permeabilidade seletiva.

O princípio dos testes baseados na integridade das membranas estabelece que sementes menos vigorosas (ou mais deterioradas) apresentam menor velocidade de restabelecimento da integridade das membranas celulares durante a embebição e, em consequência, liberam maiores quantidades de solutos para o meio exterior. As substâncias perdidas durante a lixiviação, no teste de condutividade elétrica, são os açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos e proteínas, além de enzimas e íons inorgânicos (K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , Mn^{+2}) (MATHEWS; POWELL, 1981; AOSA, 1983, MARCOS FILHO et al., 1987; BORGES et al., 1990; HAMPTON; TEKRONY, 1995; VIEIRA, 1999; PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001b; MARTINELLI-SENEME, 2004; ABDO, 2005; MARCOS FILHO, 2005) e desses, o potássio é o íon inorgânico acumulado em maiores quantidades pelas sementes (LOTT et al., 1991). Essa característica e a possibilidade de determinar a liberação de um íon específico durante a embebição, em período mais curto que o recomendado para o teste de condutividade elétrica, determinaram o desenvolvimento do teste de lixiviação de potássio como opção promissora para avaliação do vigor de sementes (MARCOS FILHO, 2005). Ao comparar o período de lixiviação de sementes de diversos tamanhos, Simon e Mathavan (1986) concluíram que as sementes pequenas embebem água e lixiviam potássio mais rapidamente que sementes maiores, pois o padrão de lixiviação de potássio está diretamente relacionado ao padrão de embebição da semente, que está diretamente relacionado ao tamanho. As sementes de alface testadas pelos autores, por exemplo, lixiviam em 24 horas cerca de 30% do potássio por elas contido e, desse montante, 90% lixiviam em 8 minutos.

Segundo Panobianco e Marcos Filho (2001b), o teste de lixiviação de potássio (100 sementes/25ml/30°C/3 horas) constituiu opção promissora para avaliação do potencial fisiológico de sementes de tomate, identificando principalmente os lotes de menor desempenho, em período de tempo consideravelmente reduzido.

Embora as pesquisas considerem todos os aspectos da qualidade das sementes, a literatura demonstra que os componentes fisiológicos têm recebido mais atenção, com ênfase nos estudos que envolvem a relação entre o vigor das sementes e a emergência das mudas e o desenvolvimento de métodos confiáveis de avaliação do vigor das sementes (MARCOS FILHO, 2002). No entanto, não se pode desconsiderar que a associação de patógenos às sementes pode causar prejuízo ao seu desempenho e reduzir o *stand* da lavoura, além de debilitar as plantas e dar início a epidemias. Por outro lado, os tratamentos de sementes, muitas vezes, podem controlar os patógenos, mas podem, também, prejudicar o vigor das sementes, reforçando a necessidade de se ampliar as opções de tratamentos de sementes e do aprimoramento das metodologias dos testes de vigor, assim como de métodos de detecção de patógenos. Desse modo, Tanaka, Menten e Nasser (2001) propuseram que os testes de sanidade deveriam fazer parte dos programas de controle de qualidade de sementes, do mesmo modo que os testes de germinação e pureza física.

O teste de sanidade tem, dentre outras, a finalidade de avaliar a eficiência do tratamento de sementes e apresenta diversos métodos que variam com a sensibilidade e objetivo, com ou sem incubação das sementes. A temperatura de incubação recomendada varia de 22 a 25°C por um período de 7 a 8 dias, sob regime luminoso de 12 h de luz/12 h no escuro. Adicionalmente, pode ser utilizada a técnica do congelamento rápido ou o uso de herbicida, visando evitar a germinação das sementes para facilitar a avaliação (LUCCA FILHO, 1987). O método de papel de filtro é usado quando se deseja desenvolver os patógenos das sementes e/ou examinar as plântulas. A recomendação para a maioria das hortaliças é a incubação por 7 dias a 20°C ± 2°C, em regime intermitente de 12 h de luz/12 h no escuro, com ou sem congelamento (BRASIL, 1992; NASCIMENTO; MIRANDA; MORAES, 1990). Silva et al. (2002) utilizaram o método do papel de filtro a 27°C e 12 h de fotoperíodo para avaliação da sanidade de sementes de tomate e Muniz (2001) avaliou a sanidade das sementes de tomate em placas de petri com meio BDA a 24°C sob o tempo de incubação de 7 dias em regime intermitente de 12 h de luz/12 h no escuro, ambos com resultados satisfatórios.

São várias as referências encontradas na literatura sobre métodos de avaliação do potencial fisiológico e sanidade de sementes. Por outro lado, dos trabalhos que visam à eficiência do tratamento térmico na erradicação de patógenos, são escassos os que estudam o seu efeito no potencial de desempenho das sementes, sobretudo após o armazenamento. Faz-se necessário,

portanto, um maior número de pesquisas dedicadas ao assunto, especialmente com sementes de tomate, dada sua importância econômica.

2.2 Material e métodos

O trabalho, dividido em dois experimentos, I e II, foi realizado nos laboratórios de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal e Patologia de sementes do Departamento de Fitopatologia da USP-ESALQ, Piracicaba/SP e no Centro de Pesquisa Mokiti Okada – M.O.A., Ipeúna – SP. No experimento I, sementes de dois lotes dos cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) UC-82 e Rio Grande foram homogeneizadas e submetidas a avaliações do potencial fisiológico, grau de umidade e sanidade inicial. Em seguida, a termoterapia úmida com diferentes combinações de tempo e temperatura. Após 72 horas de secagem ao ar livre, as sementes tratadas tiveram seus desempenhos avaliados em duas épocas, imediatamente após a secagem e após 90 dias de armazenamento. No experimento II, as sementes dos mesmos lotes iniciais foram submetidas ao tratamento de termoterapia e secadas por 12 horas e, em seguida, avaliadas quanto ao potencial fisiológico.

As sementes do cultivar UC-82 (2 lotes) foram produzidas no Chile, ano agrícola de 2006/2007, e importadas pela empresa ISLA Sementes Ltda; e do cultivar Rio Grande (2 lotes) produzidas pela empresa AGRISTAR do Brasil Ltda no ano agrícola de 2007/2008.

2.2.1 Análises preliminares do grau de umidade, potencial fisiológico e sanidade dos lotes

2.2.1.1 *Grau de umidade (base úmida)*: foi determinado segundo as Regras para Análise de Sementes - RAS, pelo método da estufa a $105^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas (Brasil, 1992), utilizando-se 2 repetições de 2 g de sementes cada. Os resultados foram expressos em porcentagem média por lote.

2.2.1.2 *Teste de germinação*: foi conduzido de acordo com Brasil (1992) utilizando-se 6 repetições de 50 sementes para cada lote. As sementes foram colocadas em caixas de plástico (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) sobre papel mata-borrão umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco e mantidas a 20-30°C. As avaliações foram

efetuadas aos 5 e 14 dias após a semeadura, contabilizando o número de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem média de germinação para cada lote.

2.2.1.3 *Teste de lixiviação de potássio*: consistiu em colocar para embebição 6 repetições de 25 sementes em copos de plástico com 100 ml de água destilada para cada lote. As sementes, previamente pesadas com precisão de 0,0001 g, foram mantidas a 30°C, em BOD, durante 3 horas e, em seguida, realizadas as leituras no fotômetro de chama CELM FC-180. Previamente, uma curva de calibração do fotômetro de chama foi realizada para uma solução padrão de 50 ppm de potássio, ajustado para leitura 80. A curva foi estabelecida pelo método de regressão linear e avaliada com 6 observações, uma de água destilada e deionizada (0 ppm de potássio) e as outras de soluções padrões de potássio de concentração conhecida e inferior a 50 ppm. Com a curva (y) foram calculados os valores de (K^+ /ml), depois usados para determinar ppm de K^+ /g de sementes (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001b).

2.2.1.4 *Teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl*: inicialmente, as sementes foram pesadas (aproximadamente 2,0 g) e distribuídas uniformemente em camada simples sobre tela suspensa no interior de uma caixa de plástico (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) contendo 40 mL de solução saturada de NaCl. As caixas foram tampadas e mantidas em câmara do tipo “jaquetada de água” (modelo 3015 VWR Scientific), a 41°C por 72 h (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001a). Decorrido este período, 6 repetições de 50 sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme item 2.2.1.2. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais obtidas aos 7 dias após a semeadura para cada lote. Também foi realizada a determinação do grau de umidade das sementes, antes e após o teste de envelhecimento acelerado, para avaliação da uniformidade do teste.

2.2.1.5 *Teste de sanidade (método do papel de filtro com congelamento)*: o método consistiu na distribuição de 8 repetições de 25 sementes sobre papel de filtro umedecido com água destilada (MARTINS; RODRIGUES; ALMEIDA (2001) em placas de plástico e incubação a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, sob regime intermitente de 12 h de luz/12 h no escuro. Após 24 horas de incubação, as sementes foram congeladas por 24 horas e novamente incubadas sob o mesmo regime até completar 7 dias (LUCCA FILHO, 1987). Após o período de incubação, todas as sementes foram avaliadas com o

auxílio de microscópio estereoscópico e, quando necessário, microscópio ótico, para detecção e identificação de fungos. Os resultados foram expressos em porcentagem de incidência de fungos associados às sementes para cada lote.

2.2.2 Experimento I

2.2.2.1 Tratamento das sementes de tomate

Os tratamentos consistiram de variações na combinação de temperatura e tempo de exposição: 52, 53, 54, 55 e 60°C durante 30 e 60 minutos, além das testemunhas: sementes tratadas com produto químico e sementes não tratadas.

Para o tratamento térmico, 18 g de sementes/tratamento, em sacos de tecido poroso de nylon (filó), foram imersas em água quente no aparelho de banho-maria com circulação (modelo MA179) a temperatura constante, conforme o tratamento. Antes da imersão das sementes, a temperatura requerida para cada tratamento foi previamente estabilizada e monitorada periodicamente com termômetro de precisão (DHINGRA et al., 1980). Paralelamente, em outro aparelho de banho Maria, as sementes foram submetidas ao pré-aquecimento a 40°C por 10 min, antes dos tratamentos. Após o tempo indicado, as sementes foram resfriadas por imersão em água a temperatura ambiente e secadas em camadas finas dentro de bandejas de plástico forradas com papel de filtro, em condições de laboratório, sem controle de temperatura e umidade relativa do ar (CUNHA; REIFSCHNEIDER; DELLA VECCHIA, 1987; COUTINHO et al., 2007), até que as sementes atingissem grau de umidade próximo de 10%, totalizando 72 horas.

O tratamento químico das sementes foi realizado com a aplicação do fungicida Orthocide 500® (1 kg do produto contém 500 g do ingrediente ativo Captan) a seco na dose de 1,2 g do Captan por kg de semente, conforme recomendação do fabricante. O fungicida foi misturado a 18 g de sementes em um saco plástico e agitados por 2 minutos para homogeneização da mistura. Em seguida, tanto as sementes tratadas com fungicida quanto as sementes não tratadas foram umedecidas pelo processo de atmosfera controlada com a finalidade de ajustar o teor de água ao nível das sementes tratadas em água quente.

Após serem submetidas aos tratamentos e secadas, as sementes foram avaliadas, antes e após armazenamento. As sementes destinadas às avaliações na segunda época foram colocadas

em sacos de papel e armazenadas em câmara seca (20°C e 50% de umidade relativa do ar) por 90 dias.

No quadro 1 encontram-se as temperaturas máximas e mínimas e a média da umidade relativa do ar diárias do Laboratório de Análise de Sementes registradas durante o período de secagem das sementes.

Dia	Umidade relativa do ar (%) (Média)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)
Período de secagem das sementes do cultivar UC-82			
1	90	25	24
2	84	25	24
3	80	26	24
Período de secagem das sementes do cultivar Rio Grande			
1	83	29	24
2	79	28	24
3	71	26	23

Quadro 1 – Temperaturas máximas e mínimas e médias da umidade relativa do ar diárias incididas durante o período de secagem das sementes do cultivar Rio Grande e UC-82 após a termoterapia

2.2.2.2 Avaliação do efeito da termoterapia no desempenho e sanidade das sementes de tomate

2.2.2.2.1 *Grau de umidade (base úmida)*: foi realizado conforme descrição no item 2.2.1.1.

2.2.2.2.2 *Teste de germinação*: foi realizado conforme descrição no item 2.2.1.2.

2.2.2.2.3 *Emergência de plântulas em casa de vegetação*: foram utilizadas bandejas de poliestireno expandido de 128 células, mantidas em casa de vegetação, contendo substrato comercial Plant Bokashi®. A quantidade adequada de água foi mantida através da irrigação diária por microaspersão. A avaliação e contagem das plântulas emergidas foram realizadas diariamente até a estabilização. O índice de velocidade de emergência foi calculado utilizando-se fórmula

proposta por Maguire (1962). O número de plântulas normais foi computado aos 14 dias e o resultado expresso em porcentagem média de plântulas emergidas por tratamento.

2.2.2.2.4 Teste de lixiviação de potássio: foi realizado conforme descrição no item 2.2.1.3.

2.2.2.2.5 Teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl: foi realizado conforme descrição no item 2.2.1.4, sendo que o teste de germinação após o envelhecimento foi realizado com 3 repetições de 50 sementes por tratamento.

2.2.2.2.6 Teste de sanidade (método do papel de filtro com congelamento): foi realizado conforme descrição no item 2.2.2.1.

2.2.3 Experimento II

2.2.3.1 Tratamento das sementes de tomate

Os tratamentos consistiram da exposição das sementes dos dois lotes dos dois cultivares utilizados no experimento I, a temperatura de 55°C por 30 minutos e 60°C por 60 minutos, além das testemunhas: sementes tratadas com produto químico e sementes não tratadas.

Para a termoterapia, 3g de sementes/tratamento, em sacos de tecido poroso de nylon (filó), foram imersas em água quente, conforme descrito no experimento I. Após o tempo indicado, as sementes foram resfriadas por imersão em água à temperatura ambiente e secadas em camadas finas sobre papel toalha dentro de caixas de plásticos, cobertas com papel toalha, sem controle de ambiente, por 12 horas (PRYOR; DAVIS; GILBERTSON, 1994). O tratamento químico e o ajuste do teor de água das sementes foram realizados conforme descrito no experimento I.

Após serem submetidas aos tratamentos e secadas, as sementes foram submetidas aos testes de sanidade, porcentagem e primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado, conforme metodologias descritas anteriormente.

2.2.4 Análise estatística

Para os testes preliminares de avaliação da germinação e vigor dos lotes, a análise estatística foi realizada utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado para cada cultivar, separadamente, com 2 lotes e 6 repetições. O esquema da análise de variância é apresentado a seguir:

Causas da variação	Grau de liberdade
Tratamento (lote)	1
Resíduo	10
Total	11

Para o teste de sanidade, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 2 lotes e 8 repetições:

Causas da variação	Grau de liberdade
Tratamento (lote)	1
Resíduo	14
Total	15

Após os tratamentos das sementes no experimento I, a análise estatística dos testes de germinação e de vigor foi realizada utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 lotes x 12 tratamentos. Para os testes de emergência de plântulas, o delineamento foi em blocos ao acaso. Os esquemas das análises de variância dos testes de laboratório e de emergência para cada cultivar são, respectivamente, apresentados a seguir:

Causas da variação (laboratório)	Grau de liberdade
Lote	1
Tratamento	11
Lote x tratamento	11
Resíduo	48
Total	71

Causas da variação (emergência)	Grau de liberdade
Bloco	2
Lote	1
Tratamento	11
Lote x tratamento	11
Resíduo	46
Total	71

Após os tratamentos das sementes no experimento II, a análise estatística dos testes de germinação e de vigor foi realizada utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com 2 lotes x 4 tratamentos. O esquema da análise de variância para cada cultivar é apresentado a seguir:

Causas da variação	Grau de liberdade
Lote	1
Tratamento	3
Lote x tratamento	3
Resíduo	16
Total	23

Para todos os testes foi realizada análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), separadamente, para cada cultivar e época de armazenamento, conforme o experimento.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Análises preliminares do grau de umidade, potencial fisiológico e sanidade dos lotes

Os resultados das avaliações preliminares para caracterização dos lotes 1 e 2 do cultivar UC-82 e lotes 3 e 4 do cultivar Rio Grande encontram-se nas tabelas 1 a 3.

Na tabela 1, são apresentados os valores médios do grau de umidade das sementes dos dois cultivares obtidos antes da instalação dos testes e após o teste de envelhecimento acelerado.

Tabela 1 - Grau de umidade inicial e umidade após o teste de envelhecimento acelerado (EA) das sementes dos lotes dos cultivares de tomate UC-82 e Rio Grande

Cultivar	Lote	Grau de umidade (%) antes dos testes	Grau de umidade (%) após o EA
UC-82	L1	7,3	9,1
	L2	8,3	9,7
Rio Grande	L3	7,8	9,5
	L4	8,0	9,3

Em revisão sobre a precisão durante a condução dos testes de vigor, TeKrony (2003) enfatizou a importância da padronização do grau de umidade das sementes na instalação de testes de vigor como o de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e deterioração controlada. Marcos Filho (2005) acrescentou que a verificação da consistência dos resultados do teste de envelhecimento acelerado é efetuada mediante a determinação do grau de umidade das sementes antes e após a condução do teste. A tolerância de 2% na variação entre amostras no início do período de envelhecimento é sugerida em virtude das sementes mais úmidas serem mais sensíveis às condições do teste e, portanto, sujeitas a deterioração mais intensa. Ao final do envelhecimento, essa mesma variação é tolerada, indicando uniformidade do teste.

Assim, a diferença no grau de umidade entre os lotes de cada cultivar não superou 1 ponto percentual, demonstrando uniformidade das amostras e consistência dos resultados apurados no teste de envelhecimento acelerado.

Os resultados dos testes de porcentagem e primeira contagem do teste de germinação, lixiviação de potássio e envelhecimento acelerado dos quatro lotes dos cultivares UC-82 e Rio Grande encontram-se na tabela 2.

A análise da variância dos dados obtidos na primeira contagem do teste de germinação e porcentagem de germinação demonstrou diferença significativa entre os lotes 1 e 2 do cultivar UC-82, identificando o maior potencial fisiológico do lote 1. No teste de envelhecimento acelerado não foi confirmada a separação dos lotes em vigor, apesar da diferença na viabilidade dos lotes.

O teste de lixiviação de potássio não apresentou resultados satisfatórios, uma vez que a separação dos lotes em diferentes níveis de vigor identificou o lote 2 como superior, quando no teste de germinação, as sementes desse mesmo lote apresentaram porcentagem média de plântulas normais na primeira contagem e na avaliação final significativamente menor que as do lote 1. Do mesmo modo, Lima (2008) também obteve resultados contraditórios na separação dos lotes no teste de lixiviação de potássio em um dos cultivares de pepino, quando comparado ao teste de germinação e a outros testes de vigor. Resultado similar foi encontrado por Torres e Marcos Filho (2005) para os testes de lixiviação de potássio e condutividade elétrica em sementes de melão.

Na avaliação dos lotes 3 e 4 do cultivar Rio Grande, a análise da variância dos dados obtidos nos testes de germinação, primeira contagem e envelhecimento acelerado revelou que não houve separação dos lotes.

Tabela 2 - Dados médios da porcentagem e primeira contagem do teste de germinação, lixiviação de potássio (ppm de potássio por grama de sementes) e envelhecimento acelerado (EA) inicial dos lotes dos cultivares de tomate UC-82 e Rio Grande

Cultivar	Lote	Germinação (%)	1ª contagem de germinação (%)	ppm K/g sementes	EA (%)
UC-82	L1	87 a	83 a	62,6 b	81 a
	L2	81 b	75 b	55,9 a	75 a
C.V. (%)		5,3	6,0	6,3	1,9
Rio Grande	L3	98 a	96 a	66,5 b	81 a
	L4	99 a	94 a	61,7 a	88 a
C.V. (%)		1,6	3,8	1,8	4,1

Médias seguidas pela mesma nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

No teste de sanidade, foi identificada a associação de diversos fungos, porém com incidência inexpressiva, com exceção para *Cladosporium* sp., associado às sementes dos quatro lotes de tomate (tabela 3).

A interpretação mais consistente dos resultados obtidos no teste inicial de sanidade esbarra na falta de referências, que segundo Menten (2005), irão variar de acordo com a importância epidemiológica do patógeno presente na semente. O ideal é que as sementes sejam livres destes patógenos, mas nem sempre isso é possível, sendo necessário tolerar alguma

incidência, desde que não haja risco de perdas pela ocorrência de redução acentuada no rendimento da lavoura. Porém, ainda não existem padrões oficiais de sanidade de sementes no Brasil (MENTEN, 2005), não sendo possível, desse modo, determinar a importância da taxa de incidência do fungo encontrada nos lotes avaliados. Por outro lado, embora a diferença numérica tenha sido relativamente alta, a análise da variância não constatou diferença significativa na incidência do fungo entre os lotes de cada cultivar.

Em levantamento sobre a qualidade de sementes de 56 lotes de diversos cultivares de tomate, Nascimento, Miranda e Moraes (1990) detectaram no teste de sanidade dados de incidência de *Cladosporium* sp. variando de 0,01 a 4,0% por lote. Muniz (2001) verificou, dentre outros fungos, uma incidência de 4,3% de *Cladosporium fulvum* em sementes de tomate, não afetando, no entanto, o potencial fisiológico das sementes. Espécies de *Cladosporium* ocorrem sobre inúmeras espécies vegetais, especialmente como componente da micoflora de sementes (PATOLOGIA DE SEMENTES, 2009). Em tomate, o *Cladosporium fulvum* é relatado por diversos autores como uma espécie fitopatogênica causadora da Mancha-de-cladosporium (LOPES; SANTOS, 1994; KUROSAWA; PAVAN, 1997), que é uma doença basicamente dependente de condições climáticas, ocorrendo, principalmente, sob longos períodos de alta umidade relativa do ar (acima de 85%). Os esporos são facilmente carregados pelo vento e a longas distâncias, a semente contaminada é a principal fonte de disseminação da doença (LOPES; SANTOS, 1994).

Tabela 3 - Dados médios do teste inicial de sanidade dos lotes dos cultivares de tomate UC-82 e Rio Grande em incidência de fungos (%) associados às sementes

Cultivar	Lote	<i>Cladosporium</i> sp.	Incidência total*
UC-82	L1	3,0 a	4,0 a
	L2	7,0 a	8,0 a
C.V. (%)		47,4	38,6
Rio Grande	L3	2,0 a	4,0 a
	L4	6,0 a	7,0 a
C.V. (%)		57,1	62,4

Médias seguidas pela mesma nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

*A incidência total foi composta pela soma dos fungos *Cladosporium* sp. a outros fungos que não foram analisados em especial em função da baixa incidência, em poucas parcelas: *Aspergillus* sp.; *Rhizopus* sp.; *Penicillium* sp. e *Alternaria* sp.

A diferença no potencial fisiológico das sementes dos lotes do cultivar UC-82 é desejável, uma vez que diversos autores ressaltaram que sementes mais vigorosas são mais tolerantes a temperaturas elevadas do que sementes com vigor comprometido (TRIGO et al., 1998; MACHADO, 2000; TOITE; HERNANDEZ-PEREZ, 2005), permitindo, assim, oferecer dados mais consistentes quanto ao efeito das diversas combinações de temperatura/tempo empregadas neste trabalho sobre as sementes do cultivar UC-82. A elevada taxa de germinação dos lotes 3 e 4 também indicou um aspecto interessante, uma vez que a porcentagem de germinação das sementes de tomate comercializadas atualmente, normalmente é superior a 95%, como mencionado por Filgueira (2003).

2.3.2 Experimento I

2.3.2.1 Avaliação do efeito da termoterapia no potencial fisiológico e sanidade das sementes de tomate

O efeito das diversas combinações de tratamento sobre as sementes foi avaliado e os dados estão apresentados a seguir, separadamente para cada cultivar.

2.3.2.1.1 Cultivar UC-82

Os valores médios obtidos na avaliação das sementes dos lotes 1 e 2 do cultivar UC-82, após os tratamentos, encontram-se nas tabelas 4 a 8.

Conforme os dados apresentados na tabela 4, a variação no grau de umidade se manteve inferior ao limite recomendado de 2%, constatando, desse modo, a uniformidade das amostras e consistência dos resultados dos testes de vigor.

Tabela 4 - Grau de umidade (%) das sementes dos lotes 1 e 2 (cultivar de tomate UC-82) tratadas, antes e após o envelhecimento acelerado (EA)

Tratamento de termoterapia	Grau de umidade (%) antes dos testes		Grau de umidade (%) após EA	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
T1-52°C/30'	9,5	9,6	9,8	9,7
T2-52°C/60'	9,7	8,8	9,7	9,0
T3-53°C/30'	9,0	8,6	9,9	8,9
T4-53°C/60'	9,0	9,2	9,7	10,0
T5-54°C/30'	9,0	8,9	9,5	10,0
T6-54°C/60'	9,1	9,1	9,2	9,5
T7-55°C/30'	9,9	10,1	10,1	10,8
T8-55°C/60'	8,5	9,0	9,1	9,2
T9-60°C/30'	9,1	8,8	9,6	9,5
T10-60°C/60'	8,7	8,9	8,9	9,0
T11-Fungicida captan	9,3	9,2	9,7	9,7
T12-Sem tratamento	9,0	9,1	9,3	9,4

Na avaliação do potencial fisiológico das sementes dos lotes 1 e 2, a análise dos dados identificou diferença entre os tratamentos (tabela 5).

Tabela 5 - Dados médios da porcentagem de germinação (%), primeira contagem do teste de germinação (%) e envelhecimento acelerado (%) dos lotes 1 e 2 (cultivar de tomate UC-82) após termoterapia

Tratamento de termoterapia	Germinação		Primeira contagem		Envelhecimento acelerado	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
T1-52°C/30'	90 Aa	89 Aa	87 Aa	87 Aa	80 Aa	82 Aa
T2-52°C/60'	83 Aa	84 Aa	79 Aa	80 Aa	75 Aa	81 Aa
T3-53°C/30'	89 Aa	87 Aa	88 Aa	86 Aa	71 Aa	83 Aa
T4-53°C/60'	79 Aa	86 Aa	75 Aa	82 Aa	77 Aa	81 Aa
T5-54°C/30'	82 Aa	82 Aa	76 Aa	74 Aa	78 Aa	79 Aa
T6-54°C/60'	84 Aa	82 Aa	78 Aa	78 Aa	85 Aa	81 Aa
T7-55°C/30'	83 Aa	83 Aa	79 Aa	80 Aa	73 Aa	76 Aa
T8-55°C/60'	79 Aa	84 Aa	72 Aa	79 Aa	71 Aa	65 ABa
T9-60°C/30'	19 Ba	18 Ba	7 Ba	7 Ba	2 Ba	1 Ca
T10-60°C/60'	0 Ca	0 Ca	0 Ca	0 Ca	0 Ba	0 Ca
T11-Fungicida captan	89 Aa	91 Aa	71 Aa	78 Aa	69 Aa	50 Ba
T12-Sem tratamento	82 Aa	90 Aa	79 Aa	87 Aa	83 Aa	77 Aa
C.V. (%)	3,9		4,7		5,5	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

O teste de germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado evidenciaram, tanto para o lote 1 quanto para o lote 2, que os tratamentos a 52, 53, 54 e 55°C por 30 ou 60 min não afetaram a viabilidade das sementes, quando comparados às testemunhas, com tratamento químico e sem tratamento (tabela 5). Resultados similares foram obtidos por Bryan (1930) e McMillan (1987) em sementes de tomate, Strandberg e White (1989) e Hermansen, Brodal e Balvoll (1999) em sementes de cenoura, Shahda; Al-Rahma e Rageh (1995) em sementes de melão e abóbora, e Rahman et al. (2008) em sementes de milho. Esses resultados, no entanto, diferem dos obtidos por Grondeau et al. (1992), com sementes de ervilha, que ao serem imersas em água a 55°C, o tempo de exposição de 30 min reduziu significativamente a germinação.

Os tratamentos com temperatura de 60°C afetaram significativamente a viabilidade das sementes dos lotes 1 e 2, quando comparados às testemunhas e aos demais tratamentos térmicos. Assim, o tempo de 30 min reduziu significativamente a germinação das sementes e, ampliando o período de exposição ao calor para 60 min, a germinação foi inviabilizada. Grondeau et al. (1992) obtiveram redução de 20 pontos percentuais na germinação de sementes de ervilha tratadas por imersão em água quente a 60°C por 15 min.

Grondeau e Samson (1994) recomendaram que nos tratamentos de sementes com água quente, independentemente da espécie, a temperatura se restringisse a uma faixa de 45 a 60°C por um período máximo de exposição de 60 minutos. Ainda que a temperatura esteja dentro da faixa recomendada, o período de exposição deve ser testado para cada espécie. No tratamento de sementes de milho com água quente, Coutinho et al. (2007) também relataram a redução significativa da germinação na primeira contagem e na contagem final de sementes tratadas a 60°C por 10 min e perda total da capacidade germinativa quando o período de tratamento foi aumentado para 20 min, corroborando os resultados encontrados por Toite; Hernandez-Perez (2005) em sementes de espinafre. Por outro lado, o tratamento de sementes de alfafa a 60°C por 10, 20 ou 30 min não acarretou prejuízo à germinação das sementes (MENDES et al., 2001); em contrapartida, quando Muniz (2001) tratou sementes de tomate a 50°C por 30 min, a germinação foi significativamente afetada e a emergência completamente anulada.

A análise dos dados obtidos nos testes de emergência e velocidade de emergência de plântulas identificou diferença no potencial fisiológico das sementes dos lotes 1 e 2 submetidas a termoterapia (tabela 6).

Tabela 6 - Dados médios da velocidade de emergência (índice) e emergência total (%) dos lotes 1 e 2 (cultivar de tomate UC-82) após termoterapia

Tratamento de termoterapia	Velocidade de emergência		Emergência total	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
T1-52°C/30'	11,4 ABa	9,6 ABb	93 Aa	88 Aa
T2-52°C/60'	10,6 ABCa	9,3 ABb	86 Aa	83 Aa
T3-53°C/30'	11,5 Aa	10,7 ABa	92 Aa	90 Aa
T4-53°C/60'	9,8 ABCa	9,5 ABa	87 Aa	84 Aa
T5-54°C/30'	10,9 ABCa	11,0 Aa	89 Aa	89 Aa
T6-54°C/60'	9,5 BCa	8,9 Ba	83 Aa	79 Aa
T7-55°C/30'	10,3 ABCa	9,5 ABa	85 Aa	82 Aa
T8-55°C/60'	9,4 Ca	9,6 ABa	86 Aa	82 Aa
T9-60°C/30'	1,1 Da	1,5 Ca	18 Bb	24 Ba
T10-60°C/60'	0,0 Ea	0,0 Da	0 Ca	0 Ca
T11-Fungicida captan	10,8 ABCa	10,9 Aa	92 Aa	91 Aa
T12-Sem tratamento	10,0 ABCa	10,0 ABa	88 Aa	83 Aa
C.V.(%)	3,7		3,2	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

O desempenho das sementes dos lotes 1 e 2, avaliado na porcentagem e velocidade de emergência de plântulas (tabela 6), confirmou os resultados dos testes de germinação e vigor (tabela 5), identificando os tratamentos a 60°C como os piores no tratamento das sementes desses lotes. Os efeitos dos períodos de 30 e 60 min de exposição a 60°C variaram de redução drástica na emergência à perda total da capacidade germinativa das sementes, respectivamente. Os resultados encontrados contradizem, em parte, os obtidos por Ikuta (1990) no tratamento de sementes de tomate expostas a diferentes temperaturas durante períodos variados. A velocidade e a porcentagem de emergência de plântulas não foram reduzidas pela exposição das sementes a 60°C por 30 min; só houve efeito sobre o desempenho das sementes quando o período de exposição foi aumentado para 60 min, resultando em inibição total da emergência. A divergência nesses resultados pode ser relacionada a diversos fatores, principalmente o genético, já que foram utilizados cultivares diferentes nos dois trabalhos.

Em especial, no lote 1, embora as sementes tratadas a 55°C por 60 min não tenham diferido das testemunhas, originaram menor velocidade de emergência de plântulas que as sementes tratadas a 52 e 53°C por 30 min, mas não diferiram das sementes tratadas às mesmas

temperaturas pelo período de 60 min (tabela 6). Castro e Pereira (1987), citados por Muniz (2001) relataram que uma variação na temperatura da água em 2-3°C é suficiente para reduzir a germinação de sementes de tomate. No entanto, diante do exposto, pode-se inferir que o efeito dessa variação na temperatura sobre a emergência de pântulas de tomate neste trabalho só ocorreu quando o período de exposição foi aumentado em 30 min (de 30 para 60 min), indicando a importância do período de exposição na combinação dos parâmetros de tratamento sobre o potencial fisiológico de sementes de tomate. Vale ressaltar que diferenças mais sutis no vigor das sementes do cultivar UC-82 podem ser reveladas na faixa de temperatura de 56 a 59°C não avaliada neste trabalho.

Quanto ao teste de lixiviação de potássio (tabela 7), à semelhança do observado na avaliação inicial dos lotes, os dados obtidos não apresentaram resultados satisfatórios.

Tabela 7 - Dados médios da lixiviação de potássio dos lotes 1 e 2 (cultivar de tomate UC-82) após termoterapia

Tratamento de termoterapia	ppm de K/g sementes	
	Lote 1	Lote 2
T1-52°C/30'	54,6 Aa	42,8 ABa
T2-52°C/60'	60,8 Aa	38,8 Ab
T3-53°C/30'	71,5 Aa	61,4 ABCa
T4-53°C/60'	65,9 Aa	67,4 BCa
T5-54°C/30'	60,5 Aa	72,8 Ca
T6-54°C/60'	72,0 Aa	71,0 BCa
T7-55°C/30'	70,9 Aa	59,9 ABCa
T8-55°C/60'	69,9 Aa	78,9 Ca
T9-60°C/30'	73,6 Aa	51,5 ABCb
T10-60°C/60'	76,0 Aa	56,9 ABCb
T11-Fungicida captan	147,7 Bb	181,0 Da
T12-Sem tratamento	172,4 Ba	173,6 Da
C.V.(%)	7,9	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

As sementes tratadas a 60°C (T9 e T10) não diferiram das testemunhas e demais tratamentos, apesar de terem perdido a viabilidade, conforme observado em todas as avaliações anteriores. Esperava-se maior lixiviação de potássio por essas sementes devido ao efeito drástico

da água quente que, segundo Menten (1991), causa rompimento do tegumento e/ou extravasamento de substâncias e íons da semente. Do mesmo modo que os tratamentos T9 e T10, os resultados obtidos pelas sementes não tratadas e tratadas com fungicida não condizem com o esperado, apresentando valores médios de lixiviado de potássio significativamente superior aos das sementes tratadas com água quente, fazendo-se necessários estudos mais específicos para identificação das causas das contradições dos resultados.

Confirmando os resultados encontrados em sementes de feijão (DIAS; VIEIRA; BHÉRING, 1998; BARROS; OHSE; MARCOS FILHO, 1999); quiabo (DIAS; VIEIRA; BHÉRING, 1998) e soja (CUSTÓDIO; MARCOS FILHO, 1997; DIAS; MARCOS FILHO; CARMELLO, 1997), o teste de lixiviação de potássio foi identificado por Panobianco e Marcos Filho (2001b) como uma nova alternativa para programas de controle de qualidade bem sucedidos de sementes de tomate e ao longo desses últimos anos, resultados positivos têm confirmado o potencial desse teste na identificação rápida de diferenças no vigor de lotes de sementes de diversas culturas, como cebola (RODO; MARCOS FILHO, 2001), pimentão (MIRANDA et al., 2003), couve-flor (KIKUTI; MARCOS FILHO, 2008) e amendoim (KIKUTI et al., 2008). Por outro lado, também foram relatados resultados contraditórios em sementes de pepino (LIMA, 2008), melão (TORRES; MARCOS FILHO, 2005) e rabanete (CARPI, 2005). Desse modo, o teste de lixiviação de potássio pode constituir opção promissora para a identificação do efeito de tratamentos como a termoterapia, por identificar possíveis perdas da integridade das membranas, com resultados rápidos. Mas há necessidade de estudos adicionais para o aprimoramento da metodologia e identificação de procedimentos mais adequados para a avaliação de sementes de tomate através do teste de lixiviação de potássio, levando-se em consideração o genótipo e as condições específicas de estresse impostas pelo tratamento com água quente. Dentre as diversas hipóteses que podem nortear esses estudos, vale destacar a possível influência de uma membrana semipermeável presente em algumas sementes. Diversos autores asseguram que alguns fracassos de testes de lixiviação ou condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de algumas espécies, como couve-flor (McCORMAC; KEEFE, 1990), alho-porro, cebola, pimenta e tomate podem ser atribuídos à presença da membrana semipermeável de tecido nucelar, que permite a entrada de água, mas restringe a lixiviação de aminoácidos, ácidos orgânicos e íons (BERESNIEWICZ et al., 1995).

Os resultados do teste de sanidade das sementes dos lotes 1 e 2 do cultivar UC-82, após os tratamentos, são apresentados na tabela 8. A análise dos dados revelou efeito dos tratamentos no controle dos fungos associados às sementes.

Tabela 8 - Dados médios do teste de sanidade dos lotes 1 e 2 (cultivar de tomate UC-82) em incidência de fungos (%) associados às sementes após termoterapia

Tratamento de termoterapia	<i>Cladosporium</i> sp.		Incidência total*	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
			(%)	
T1-52°C/30'	17 BCa	13 BCa	17 CDb	13 BCa
T2-52°C/60'	15 BCa	28 Ca	15 BCDA	28 Db
T3-53°C/30'	28 Ca	22 BCa	28 Db	22 CDa
T4-53°C/60'	15 BCa	13 BCa	16 CDa	13 BCa
T5-54°C/30'	21 BCa	23 Ca	21 CDa	23 CDa
T6-54°C/60'	11 BCa	12 ABCa	11 BCa	14 BCDB
T7-55°C/30'	18 BCa	16 BCa	18 CDa	17 BCDA
T8-55°C/60'	11 BCa	12 ABCa	12 BCa	14 BCDA
T9-60°C/30'	13 BCa	15 BCa	13 BCa	15 BCDA
T10-60°C/60'	13 BCa	14 BCa	13 BCa	14 BCDA
T11-Fungicida captan	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa
T12-Sem tratamento	6 ABa	6 ABa	5 Ba	8 Bb
C.V.(%)		26,7		23,2

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

*A incidência total é composta pela soma do fungo *Cladosporium* sp. a outros fungos que não foram analisados em especial em função da baixa incidência, em poucas parcelas: *Epicoccum* sp. e *Alternaria* sp.

As sementes tratadas com água quente apresentaram incidência elevada de *Cladosporium* sp., inclusive, com valores médios superiores aos apresentados pelas sementes não tratadas. A provável razão para essa alta incidência do fungo pode ser atribuída à contaminação das sementes durante o período de secagem. As sementes permaneceram sobre a bancada do laboratório, às condições do ambiente, conforme recomendação da literatura (CUNHA; REIFSCHNEIDER; DELLA VECCHIA, 1987; COUTINHO et al., 2007), até atingirem grau de umidade próximo de 10% para melhor adequação das sementes à realização dos testes de vigor e ao período de armazenamento. Como a umidade relativa do ar manteve-se alta (quadro 1), o período de secagem se prolongou por 72 horas. Segundo recomendação de Drew e Brocklehurst (1985) e Grondeau e Samson (1994), a secagem das sementes deve ser

realizada em no máximo 1 a 2 dias para evitar a contaminação das sementes com microrganismos saprófitos. Assim, diante do exposto, pode-se inferir que a eliminação de microrganismos benéficos, que muitas vezes têm alto poder de antagonismo, criando um vazio biológico imposto pela termoterapia (MACHADO, 2000) e a exposição das sementes ao ambiente, aliado ao período prolongado de secagem, podem justificar a alta incidência de *Cladosporium* sp. nas sementes termotradas.

O tratamento com fungicida erradicou os fungos encontrados nas sementes, quando comparado aos resultados apresentados pelas sementes não tratadas, embora a análise dos dados não tenha identificado diferença significativa (tabela 8).

Em suma, o potencial fisiológico das sementes dos dois lotes do cultivar UC-82 não foi afetado pelos tratamentos com água quente a temperaturas que variaram de 52 a 55°C, tanto para o período de 30 quanto para o de 60 min, quando comparado ao observado nas testemunhas. Quando a temperatura da água foi elevada a 60°C, independentemente do período empregado, a viabilidade das sementes foi invariavelmente prejudicada. Quanto ao comportamento dos lotes em cada tratamento, as sementes do lote 2 tratadas a 52°C apresentaram menor velocidade de emergência de plântulas que as sementes do lote 1, ainda que a diferença no potencial fisiológico observado na caracterização dos lotes (tabela 2) não tenha sido confirmada pelos resultados obtidos em sementes não tratadas (tabelas 5 e 6). Na avaliação da sanidade, não foi possível identificar relação da termoterapia com o controle de fungos em função da alta incidência de *Cladosporium* sp., provavelmente ocasionada pela contaminação das sementes durante a secagem, assim como não foi verificada interferência do fungo sobre o vigor das sementes, não comprometendo a identificação dos efeitos da termoterapia sobre o potencial fisiológico das sementes de tomate do cultivar UC-82.

2.3.2.1.2 Cultivar Rio Grande

Os resultados revelados na avaliação do grau de umidade e nos testes de germinação, vigor e sanidade das sementes dos lotes 3 e 4 do cultivar Rio Grande após a termoterapia encontram-se nas tabelas 9 a 13.

A variação no grau de umidade dos lotes e tratamentos se manteve inferior ao limite tolerável indicado na literatura (tabela 9).

Tabela 9 - Grau de umidade (%) das sementes dos lotes 3 e 4 (cultivar de tomate Rio Grande) tratadas, antes e após o envelhecimento acelerado (EA)

Tratamento de termoterapia	Grau de umidade (%) antes dos testes		Grau de umidade (%) após o EA	
	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4
T1-52°C/30'	9,1	8,8	10,2	9,6
T2-52°C/60'	9,7	8,7	10,5	9,1
T3-53°C/30'	9,0	8,8	9,8	10,5
T4-53°C/60'	9,0	9,1	10,3	9,4
T5-54°C/30'	9,0	9,3	11,0	9,2
T6-54°C/60'	9,3	9,1	10,1	9,9
T7-55°C/30'	9,3	9,8	10,2	10,0
T8-55°C/60'	9,0	9,7	10,0	9,7
T9-60°C/30'	8,7	9,3	10,2	9,6
T10-60°C/60'	8,6	8,7	10,4	9,5
T11-Fungicida captan	10,2	9,8	10,6	10,0
T12-Sem tratamento	9,9	10,1	10,8	9,3

Os tratamentos com água aquecida a 60°C reduziram significativamente a viabilidade das sementes dos dois lotes do cultivar Rio Grande, quando comparadas às testemunhas e aos demais tratamentos com água quente (tabelas 10 a 13), confirmando os resultados encontrados pelo cultivar UC-82.

As sementes do lote 3 tratadas com temperaturas de 52 a 55°C por 30 ou 60 min não diferiram das sementes não tratadas no teste de germinação (tabela 10). Corroborando os resultados obtidos por Bryan (1930) e McMillan (1987) em sementes de tomate. Entretanto as sementes tratadas a 55°C por 60 min (T8) apresentaram germinação significativamente inferior à das sementes tratadas com fungicida. Paralelamente, na avaliação do vigor por meio dos testes de primeira contagem de germinação e de envelhecimento acelerado (tabela 10), assim como no desempenho obtido na velocidade e porcentagem de emergência de plântulas (tabela 11), foi possível observar diferença significativa do tratamento T8 em relação às testemunhas, com exceção para as sementes tratadas com fungicida, cuja velocidade de emergência de plântulas não diferiu de T8.

Diante do exposto, verifica-se que os testes de vigor, primeira contagem e envelhecimento acelerado, demonstraram eficiência na avaliação do potencial de desempenho das sementes tratadas com água quente, revelando o efeito prejudicial do tratamento a 55°C por 60 min sobre as sementes do lote 3, não detectado no teste de germinação. Trigo et al. (1998)

também puderam verificar separação expressiva dos lotes de sementes de cenoura termotratadas por meio do teste de envelhecimento acelerado.

Tabela 10 - Dados médios da porcentagem de germinação (%), primeira contagem do teste de germinação (%) e envelhecimento acelerado (%) dos lotes 3 e 4 (cultivar de tomate Rio Grande) após termoterapia

Tratamento de termoterapia	Germinação		Primeira contagem		Envelhecimento acelerado	
	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4
T1-52°C/30'	90 Aa	65 BCb	79 Aa	63 ABCa	79 Aa	81 Aa
T2-52°C/60'	83 ABa	80 ABa	75 Aa	73 ABa	87 Aa	75 ABb
T3-53°C/30'	93 Aa	63 BCb	89 Aa	57 BCb	89 Aa	75 ABb
T4-53°C/60'	92 Aa	91 Aa	71 Aa	88 Aa	91 Aa	85 Aa
T5-54°C/30'	91 Aa	67 BCb	68 Aa	61 ABCa	92 Aa	77 ABb
T6-54°C/60'	85 Aa	69 ABCb	65 Aa	60 ABCa	79 Aa	84 Aa
T7-55°C/30'	89 Aa	59 BCb	71 Aa	45 Cb	85 Aa	85 Aa
T8-55°C/60'	61 Ba	54 Ca	31 Ba	42 Ca	55 Ba	59 Ba
T9-60°C/30'	6 Ca	4 Da	1 Ca	1 Da	1 Ca	1 Ca
T10-60°C/60'	0 Ca	0 Da	0 Ca	0 Da	0 Ca	0 Ca
T11-Fungicida captan	96 Aa	93 Aa	81 Aa	65 ABCa	81 Aa	79 Aa
T12-Sem tratamento	81 ABa	92 Aa	72 Aa	82 ABa	81 Aa	93 Aa
C.V. (%)	12,74		8,73		5,46	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

No lote 4, as sementes tratadas a 52, 53 e 54°C por 30 min e 55°C por 30 e 60 min, apresentaram porcentagem média de germinação significativamente inferior às das testemunhas (tabela 10). Os resultados obtidos pelo lote 4 diferem dos encontrados por Bryan (1930) e McMillan (1987) em sementes de tomate; Shahda; Al-Rahma e Rageh (1995) em sementes de melão e abóbora e Rahman et al. (2008) em sementes de milho e corroboram os encontrados por Grondeau et al. (1992) em sementes de ervilha tratadas a 55°C por 30 min. Na primeira contagem do teste de germinação, apenas as sementes tratadas a 55°C por 30 e 60 min diferiram das sementes não tratadas. No teste de envelhecimento acelerado foi confirmada a redução no vigor das sementes tratadas a 55°C por 60 min, quando comparadas às testemunhas (tabela 10).

Contrariando os resultados obtidos para o cultivar UC-82 e pelo lote 3 do cultivar Rio Grande, quando as sementes do lote 4 foram expostas às temperaturas mais baixas, 52 a 54°C, o período de 30 min promoveu uma redução significativa na germinação. No entanto, o fato está

diretamente relacionado ao alto índice de plântulas anormais causadas pela presença da bactéria *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al. associada às sementes, detectada após a instalação dos testes.

O número de plântulas normais obtidas no teste de germinação pelas sementes tratadas a 52, 53 e 54°C por 30 min pôde ser verificado, quase que na sua totalidade, já na primeira contagem do teste, não sofrendo alteração relevante por ocasião da contagem final, em virtude da grande quantidade de plântulas anormais. Nas testemunhas, quimiotratadas e sem tratamento, observou-se um aumento de 28 e 10 pontos percentuais, respectivamente, na contagem final de germinação (tabela 10), justificando o fato de ter sido constatada diferença significativa entre os referidos tratamentos e as testemunhas apenas na porcentagem total de germinação.

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al. é o agente causal do cancro bacteriano, uma das doenças mais importantes do tomateiro. A sua colonização pode ocorrer de forma localizada ou sistêmica, sendo esta última a mais importante, podendo resultar em murcha e/ou necrose parcial ou total das plantas; sua penetração pode suceder por aberturas naturais ou ferimentos, desde a germinação da semente até a planta adulta, tendo a água como um dos principais veículos de contaminação (GALLI; TOKESHI, 1979; KUROSAWA; PAVAN, 1997; LOPES; QUEZADO-SOARES, 1997). As condições favoráveis ao desenvolvimento são temperaturas variando entre 24 e 28°C e alta umidade do substrato (GALLI; TOKESHI, 1979; KUROSAWA; PAVAN, 1997). Segundo Nedumaran e Vidhyasekaran (1982), a presença da bactéria na semente pode causar perda de germinação e vigor, corroborando os resultados encontrados por Shoemaker e Echandi (1976) e Ikuta (1990) em sementes de tomate contaminadas.

A provável causa da contaminação das sementes foi o uso do aparelho de banho-maria pelas sementes dos dois lotes do cultivar Rio Grande concomitante com sementes de outro cultivar contaminadas por *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al., sem o conhecimento prévio da presença da bactéria. Durante a condução do teste de germinação, foram observados sintomas severos de queima e murcha total das plântulas (figura 1). Assim, tomou-se a decisão de eliminar o cultivar infectado e encaminhar as sementes para o Laboratório de Bacteriologia de Plantas da Universidade Federal de Viçosa para identificação da bactéria. Por precaução, as sementes termotratadas dos dois lotes do cultivar Rio Grande também foram eliminadas e os dados descartados.

Um novo experimento foi instalado com as sementes restantes dos lotes 3 e 4 do cultivar Rio Grande e as sementes dos lotes 1 e 2 do cultivar UC-82 adquiridas posteriormente, cujos resultados são apresentados neste trabalho. Algumas providências foram tomadas com o intuito de evitar novas contaminações, como a higienização e desinfecção do aparelho de banho-maria através do tratamento com água aquecida a 96°C por aproximadamente 2 horas, antes da sua reutilização por cada cultivar.

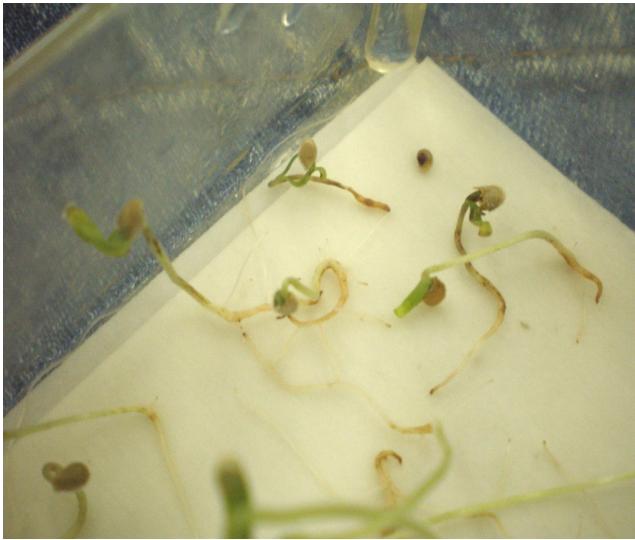


Figura 1 – Foto de plântulas anormais do lote 4 (cultivar Rio Grande) com sintomas de cancro bacteriano durante o teste de germinação

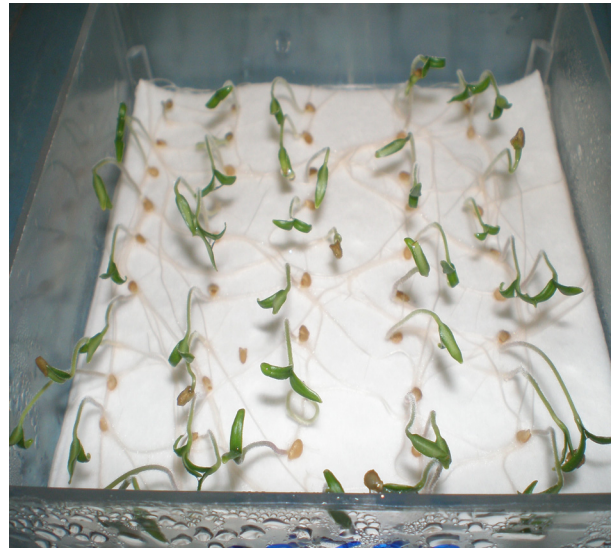


Figura 2 – Foto de plântulas normais do lote 3 (cultivar Rio Grande) durante o teste de germinação

Porém, as precauções tomadas no sentido de se evitar novas contaminações foram inúteis para o cultivar Rio Grande, pois as sementes dos dois lotes já estavam contaminadas. Por outro lado, foram eficientes para as sementes do cultivar UC-82.

Durante as avaliações no teste de germinação dos lotes 3 e 4, foram verificadas plântulas com o mesmo sintoma de queima e murcha total das plântulas, tendo sido, desse modo, computadas como anormais com sintoma, para posterior identificação do agente causal, que até então não era conhecido. Segundo Strider (1970); Thyr (1971); Van Steekelenburg (1985) e Chang; Ries e Pataky (1992), o período de incubação para a apresentação de sintomas pode variar de 7 a 84 dias, dependendo da interação entre hospedeiro, patógeno e ambiente. Desse modo, deve-se enfatizar que as condições do teste de germinação preconizadas para o tomate, aliadas a pré-disposição das sementes, possivelmente debilitadas pelo tratamento, podem

favorecer o desenvolvimento de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al., bem como a apresentação dos sintomas da doença.

Paralelamente à condução dos testes de germinação e vigor pós-tratamento dos cultivares UC-82 e Rio Grande, o processo de identificação da bactéria foi conduzido pelo Professor Dr. José Rogério de Oliveira, coordenador do Laboratório de Bacteriologia de Plantas da Universidade Federal de Viçosa, e finalizado com a detecção e identificação de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, realizada por meio de extração da bactéria das sementes, isolamento, realização de testes de patogenicidade e de algumas provas bioquímicas.

Para o controle de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* em sementes de tomate, Machado (2000) indicou o tratamento com água quente a 53°C por 60 minutos. Shoemaker e Echandi (1976); Fatmi; Schaad; Bolkan (1991) e Kurosawa e Pavan (1997) a 56°C por 30 minutos, sem prejuízo a germinação das sementes. Em contraposição, Ikuta (1990) constatou que a combinação da temperatura/tempo letal para *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* foi de 62°C por 30 minutos, afetando significativamente a porcentagem e velocidade de emergência dos lotes tratados, corroborando as informações de Strider (1969), que ressaltou que na termoterapia, a temperatura letal para o patógeno pode matar a semente também. A fermentação da polpa para extração das sementes por períodos prolongados também constitui opção de tratamento das sementes de tomate no controle da bactéria (STRIDER, 1969; SOAVE; MORAES, 1987).

Nos quadros 2 e 3 são apresentadas as médias da porcentagem de plântulas anormais com sintoma de cancro bacteriano (PA-cs), plântulas anormais sem sintoma (PA-ss) e sementes mortas, tanto do teste de germinação (quadro 2), quanto do teste de envelhecimento acelerado (quadro 3).

Observando-se os dados apresentados nos quadros 2 e 3, verificou-se maior porcentagem de plântulas com sintoma de cancro bacteriano no lote 4 em relação ao lote 3. No lote 3 não foi observada relação dos resultados apresentados nos testes de porcentagem e primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado com os sintomas de cancro bacteriano. Quanto ao lote 4, foi verificada uma relação direta do menor vigor apresentado pelas sementes tratadas a 52, 53 e 54°C por 30 min e 55°C por 30 e 60 min (tabela 10) com um alto índice de plântulas anormais (PA-cs) (quadro 2) verificado no teste de germinação. Nos resultados apresentados no teste de envelhecimento acelerado, observou-se alta porcentagem de

plântulas anormais (PA-cs) (quadro 3), mas não foi verificada relação com os resultados apresentados pelos tratamentos que propiciaram baixo vigor das sementes, pois não diferiram das testemunhas, possivelmente pelo fato da avaliação do teste de envelhecimento acelerado ser realizada em um período mais curto (7 dias) que o teste de germinação, não oferecendo tempo hábil para manifestação do sintoma do cancro bacteriano, com exceção para o tratamento a 55°C por 60 min (tabela 10).

Lote	Tratamento	PA - ss	PA - cs	Sementes mortas
		(%)		
L3	T1-52°C/30'	4	5	1
	T2-52°C/60'	0	12	5
	T3-53°C/30'	1	4	2
	T4-53°C/60'	1	3	4
	T5-54°C/30'	5	1	4
	T6-54°C/60'	1	5	9
	T7-55°C/30'	5	3	3
	T8-55°C/60'	16	2	21
	T9-60°C/30'	1	0	93
	T10-60°C/60'	0	0	100
	T11-Fungicida	2	0	2
	T12-Não tratadas	9	4	6
L4	T1-52°C/30'	0	33	1
	T2-52°C/60'	2	16	2
	T3-53°C/30'	0	37	0
	T4-53°C/60'	0	3	6
	T5-54°C/30'	0	29	4
	T6-54°C/60'	0	27	3
	T7-55°C/30'	0	39	2
	T8-55°C/60'	2	37	7
	T9-60°C/30'	1	5	90
	T10-60°C/60'	0	0	100
	T11-Fungicida	4	3	1
	T12-Não tratadas	1	2	5

Quadro 2 – Médias da porcentagem de plântulas anormais com sintoma de cancro bacteriano (PA – cs), plântulas anormais sem sintoma (PA – SS) e sementes mortas obtidas no teste de germinação após o tratamento do cultivar Rio Grande.

Lote	Tratamento	PA - ss	PA - cs	Sementes mortas
		(%)		
L3	T1-52°C/30'	20	0	1
	T2-52°C/60'	9	3	1
	T3-53°C/30'	8	2	1
	T4-53°C/60'	6	0	3
	T5-54°C/30'	5	1	2
	T6-54°C/60'	9	0	12
	T7-55°C/30'	7	3	5
	T8-55°C/60'	16	1	28
	T9-60°C/30'	3	0	97
	T10-60°C/60'	0	0	100
	T11-Fungicida	16	0	3
	T12-Não tratadas	16	1	2
L4	T1-52°C/30'	4	13	2
	T2-52°C/60'	3	18	4
	T3-53°C/30'	2	20	3
	T4-53°C/60'	2	1	12
	T5-54°C/30'	1	20	2
	T6-54°C/60'	3	11	2
	T7-55°C/30'	1	9	5
	T8-55°C/60'	1	30	9
	T9-60°C/30'	4	0	95
	T10-60°C/60'	0	0	100
	T11-Fungicida	17	0	4
	T12-Não tratadas	1	1	5

Quadro 3 – Médias da porcentagem de plântulas anormais com sintoma de cancro bacteriano (PA – cs), plântulas anormais sem sintoma (PA – ss) e sementes mortas obtidas no teste de envelhecimento acelerado (EA) após o tratamento do cultivar Rio Grande

Diante do exposto, verificou-se que as combinações temperatura/período de exposição utilizadas no presente trabalho não foram eficazes na erradicação de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Como a presença de plântulas com sintoma de cancro bacteriano nas amostras não tratadas e nas tratadas com fungicida foi baixa ou, em alguns casos, nula, pode-se inferir, inclusive, que a termoterapia tenha contribuído para a manifestação dos sintomas da doença, já que o tratamento térmico pode debilitar a semente além de, segundo Machado (2000), não distinguir os patógenos dos microrganismos antagônicos, fazendo com que o possível controle biológico não ocorra de forma natural. Paralelamente, conclui-se que o efeito da

termoterapia sobre o vigor das sementes do lote 4, neste trabalho, está condicionado a presença da bactéria e manifestação do sintoma de cancro bacteriano.

Na avaliação da emergência de plântulas (tabela 11), não foi detectado o sintoma do cancro bacteriano, mesmo não sendo possível afirmar que tenha havido controle, já que a presença do patógeno foi confirmada em todos os testes de laboratório. De acordo com Strider (1969), geralmente em campo, os sintomas de murcha em plantas infectadas sistemicamente aparecem 30-40 dias após o transplântio. O autor ressalta ainda que as sementes infectadas e semeadas em canteiros, primeiramente contaminam o solo, resultando posteriormente na infecção de plantas vizinhas, ou seja, provavelmente, algumas sementes infectadas e muitas apenas contaminadas germinam, produzindo plantas doentes. Muitas vezes as plantas infectadas e os seus frutos se apresentam assintomáticos gerando sementes infectadas e disseminando a doença nos campos de produção de sementes, demonstrando a importância da doença e justificando a preocupação das empresas de sementes e pesquisadores.

Tabela 11 - Dados médios da velocidade de emergência (índice) e emergência total (%) dos lotes 3 e 4 (cultivar de tomate Rio Grande) após termoterapia

Tratamento de termoterapia	Velocidade de emergência		Emergência total	
	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4
T1-52°C/30'	10,4 Aa	10,9 Aa	95 Aa	95ABa
T2-52°C/60'	10,7 Aa	10,3 Aa	96 Aa	99Aa
T3-53°C/30'	10,4 Aa	10,8 Aa	94 Aa	98ABa
T4-53°C/60'	9,9 Aa	10,0 Aa	91 Aa	94ABa
T5-54°C/30'	10,6 Aa	10,8 Aa	96 Aa	97ABa
T6-54°C/60'	8,4 ABa	9,3 ABa	84 Ab	92 ABa
T7-55°C/30'	10,2 Aa	8,9 ABa	95 Aa	94 ABa
T8-55°C/60'	5,4 Ba	6,7 Ba	65 Bb	86 Ba
T9-60°C/30'	0,2 Ca	0,6 Ca	5 Ca	8 Ca
T10-60°C/60'	0 Ca	0,2 Ca	0 Ca	2 Ca
T11-Fungicida captan	7,9 ABa	9,1 ABa	97 Aa	95 ABa
T12-Sem tratamento	9,2 Aa	10,0 Aa	93 Aa	94 ABa
C.V.(%)	7,2		6,0	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

Na porcentagem total de emergência de plântulas no lote 4 não foi verificada diferença entre as diversas combinações de termoterapia e as testemunhas. Todavia, na avaliação da velocidade de emergência, foi possível confirmar a redução no vigor das sementes tratadas a 55°C por 60 min através do baixo desempenho em relação às sementes não tratadas, embora não tenha diferido das sementes tratadas com fungicida.

Quanto ao teste de lixiviação de potássio (tabela 12), à semelhança do observado na avaliação das sementes dos lotes 1 e 2 do cultivar UC-82, não foram verificados resultados satisfatórios nos dados obtidos.

Tabela 12 - Dados médios da lixiviação de potássio dos lotes 3 e 4 (cultivar de tomate Rio Grande) após termoterapia

Tratamento de termoterapia	ppm de K/g sementes	
	Lote 3	Lote 4
T1-52°C/30'	46,2 ABa	23,7 Ab
T2-52°C/60'	25,5 Aa	36,1 ABa
T3-53°C/30'	34,0 Aa	35,8 ABa
T4-53°C/60'	38,4 ABa	37,2 ABa
T5-54°C/30'	37,8 ABa	36,8 ABa
T6-54°C/60'	25,8 Aa	35,8 ABa
T7-55°C/30'	26,3 Aa	37,7 ABa
T8-55°C/60'	58,9 BCa	37,2 ABb
T9-60°C/30'	32,8 Ab	54,4 Ba
T10-60°C/60'	47,2 ABa	50,3 Ba
T11-Fungicida captan	81,3 Ca	80,2 Ca
T12-Sem tratamento	77,9 Ca	80,8 Ca
C.V.(%)	19,1	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

Quanto ao teste de sanidade do lote 4, as sementes tratadas apresentaram incidência de *Fusarium* sp.; *Epicoccum* sp.; *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp. e *Cladosporium* sp., no entanto, em função da inexpressividade, na tabela 13 foram apresentados apenas os dados médios da incidência de *Cladosporium* sp. associados às sementes dos lotes 3 e 4 do cultivar Rio Grande e a associação dos demais fungos foi registrada em incidência total. A análise dos dados revelou efeito dos tratamentos no controle dos fungos associados às sementes.

A incidência de *Cladosporium* sp. e incidência total apresentadas pelas sementes não tratadas foi relativamente baixa, tanto no lote 3 quanto no lote 4 e as sementes tratadas com fungicida não diferiram das sementes não tratadas. Paralelamente, no lote 3, as sementes tratadas com água quente apresentaram incidência do fungo significativamente superior à apresentada pelas sementes não tratadas. À semelhança do UC-82, a provável razão desse resultado, pode ser atribuída a uma contaminação das sementes durante o período de secagem (GRONDEAU; SAMSON, 1994; DREW; BROCKLEHURST, 1985).

Tabela 13 - Dados médios do teste de sanidade dos lotes 3 e 4 (cultivar de tomate Rio Grande) em incidência de fungos (%) associados às sementes após termoterapia

Tratamento de termoterapia	<i>Cladosporium</i> sp.		Incidência total*	
	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4
	(%)			
T1-52°C/30'	19 Ca	6 Ab	19 Cb	10 Ba
T2-52°C/60'	11 BCa	6 Aa	11 BCb	6 ABa
T3-53°C/30'	11 BCa	2 Ab	12 BCb	6 ABa
T4-53°C/60'	0 Aa	1 Aa	1 Aa	1 Aa
T5-54°C/30'	8 ABCa	1 Ab	8 Bb	1 Aa
T6-54°C/60'	12 BCa	6 Aa	12 BCb	6 ABa
T7-55°C/30'	9 ABCa	6 Aa	11 BCb	6 ABa
T8-55°C/60'	13 Ca	2 Ab	13 BCb	5 ABa
T9-60°C/30'	12 Ca	10 Aa	12 BCa	10 Ba
T10-60°C/60'	13 Ca	10 Aa	13 BCa	12 Ba
T11-Fungicida captan	0 Aa	1 Aa	0 Aa	1 Aa
T12-Sem tratamento	1 ABa	4 Aa	1 Aa	4 ABb
C.V.(%)	42,5		31,3	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

*A incidência total foi composta pela soma do fungo *Cladosporium* sp. a outros fungos que não foram analisados em especial em função da baixa incidência, em poucas parcelas: *Fusarium* sp.; *Epicoccum* sp.; *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp.

Assim, na avaliação do efeito da termoterapia sobre o cultivar Rio Grande, pode-se sumarizar que no lote 3, os tratamentos com água quente com temperaturas de 52 a 54° por 30 min e 55°C por 30 min não reduziram o potencial fisiológico das sementes. Por outro lado, as sementes que foram tratadas a 55°C por 60 min foram adversamente afetadas quanto ao desempenho, quando comparadas às sementes não tratadas.

Quanto ao lote 4, embora a incidência de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, que não foi controlada pelos tratamentos, e a manifestação do sintoma de cancro bacteriano tenha interferido nos resultados, pode-se entender que o tratamento 55°C por 60 min afetou significativamente o desempenho das sementes.

Os tratamentos com água quente a 60°C por 30 ou 60 min afetaram significativamente a viabilidade das sementes, independentemente do lote.

2.3.2.2 Avaliação do efeito da termoterapia no desempenho e sanidade das sementes de tomate após armazenamento

Grondeau e Samson (1994) e Machado (2000) consideraram que sementes tratadas por termoterapia têm o vigor afetado e deterioram mais rapidamente no período de armazenamento em comparação às não tratadas. Desse modo, o objetivo dessa segunda etapa foi o de verificar se a diferenciação dos tratamentos em cada lote dos cultivares UC-82 e Rio Grande foi alterada após 90 dias de armazenamento.

2.3.2.2.1 Cultivar UC-82

Os valores médios obtidos na avaliação das sementes dos lotes 1 e 2 do cultivar UC-82, após o armazenamento, encontram-se nas tabelas 14 a 18.

O grau de umidade apresentado pelas sementes de ambos os lotes do cultivar UC-82 manteve variação inferior ao limite recomendado (tabela 14).

A diferença dos tratamentos realizados a 60°C em relação às testemunhas e demais tratamentos, para os dois lotes, não foi alterada durante o período de armazenamento, conforme observado nos testes de porcentagem e primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado (tabela 15), velocidade e porcentagem de emergência de plântulas (tabela 16).

Tabela 14 - Grau de umidade (%) das sementes tratadas dos lotes 1 e 2 (cultivar de tomate UC-82) após o armazenamento, antes e após o envelhecimento acelerado (EA)

Tratamento de termoterapia	Grau de umidade (%) antes dos testes		Grau de umidade (%) após o EA	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
T1-52°C/30'	8,0	7,6	9,2	9,9
T2-52°C/60'	8,1	8,7	10,5	10,6
T3-53°C/30'	8,4	8,1	9,5	10,0
T4-53°C/60'	8,1	7,7	9,7	10,6
T5-54°C/30'	7,2	7,5	9,7	9,5
T6-54°C/60'	8,4	8,1	9,8	9,7
T7-55°C/30'	8,2	7,9	9,9	9,4
T8-55°C/60'	8,3	8,1	9,6	9,9
T9-60°C/30'	7,8	7,9	9,8	9,5
T10-60°C/60'	7,6	7,6	9,3	9,1
T11-Fungicida captan	8,2	7,9	10,1	10,2
T12-Sem tratamento	8,1	6,9	9,8	10,1

As sementes dos lotes 1 e 2, no teste de germinação, porcentagem e velocidade de emergência, e do lote 1, no teste de primeira contagem de germinação, tratadas pela combinação de 52 a 55°C por períodos de 30 e 60 min não diferiram das testemunhas (tabela 15).

No teste de primeira contagem de germinação, as sementes do lote 2 tratadas a 54°C por 30 min e as sementes tratadas com fungicida apresentaram redução no vigor, quando comparadas às sementes não tratadas, mas não diferiram entre si (tabela 15). Igualmente, o teste de envelhecimento acelerado também evidenciou efeito do armazenamento nos resultados dos tratamentos (tabela 15). No lote 1, as sementes tratadas a 54 e 55°C por 60 min apresentaram vigor significativamente inferior em relação às sementes não tratadas, porém não diferiram das sementes tratadas com fungicida. Assim, pode ser observada alteração no efeito dos referidos tratamentos durante o armazenamento.

Tabela 15 - Dados médios da porcentagem de germinação (%), primeira contagem do teste de germinação (%) e envelhecimento acelerado (%) dos lotes 1 e 2 (cultivar de tomate UC-82) após armazenamento

Tratamento de termoterapia	Germinação		Primeira contagem		Envelhecimento acelerado	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
T1-52°C/30'	92 Aa	89 Aa	60 Aa	41 ABb	66 Aa	71 Aa
T2-52°C/60'	90 Aa	90 Aa	50 Aa	41 ABa	63 ABa	71 Aa
T3-53°C/30'	85 Aa	87 Aa	44 Aa	36 ABCa	69 Aa	63 ABa
T4-53°C/60'	85 Aa	85 Aa	45 Aa	41 ABa	49 ABCa	53 ABa
T5-54°C/30'	89 Aa	83 Aa	50 Aa	20 BCb	69 Aa	69 Aa
T6-54°C/60'	84 Aa	84 Aa	48 Aa	49 Aa	42 Cb	67 ABa
T7-55°C/30'	85 Aa	89 Aa	51 Aa	43 ABa	63 ABa	58 ABa
T8-55°C/60'	75 Aa	85 Aa	35 Aa	42 ABa	45 BCa	49 Ba
T9-60°C/30'	29 Ba	19 Ba	0 Ba	0 Da	3 Da	1 Ca
T10-60°C/60'	0 Ca	0 Ca	0 Ba	0 Da	0 Da	0 Ca
T11-Fungicida captan	81 Aa	89 Aa	33 Aa	15 Cb	53 ABCa	51 ABa
T12-Sem tratamento	85 Aa	88 Aa	52 Aa	47 Aa	65 Aa	65 ABa
C.V. (%)	4,4		14,7		7,0	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

Os resultados apresentados nas avaliações da velocidade e porcentagem de emergência (tabela 16) não confirmaram a diferenciação dos tratamentos observada nos testes de primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado (tabela 15). A avaliação da velocidade de emergência também apresentou alteração no efeito dos tratamentos sobre os lotes 1 e 2 durante o armazenamento. Os tratamentos com temperaturas de 52 a 55°C por 30 e 60 min não diferiram das testemunhas, portanto, possivelmente os tratamentos a 54 e 55°C por 60 min, que causaram redução no desempenho das sementes pós-tratamento em relação às outras combinações de termoterapia (tabela 6), tiveram seus efeitos anulados após o armazenamento. Resultados similares foram relatados por Strandberg; White (1989) em sementes de cenoura tratadas em água quente.

Quanto ao teste de lixiviação de potássio (tabela 17), os dados obtidos durante o armazenamento não diferiram dos apresentados pelos lotes 1 e 2, cultivar UC-82, no teste realizado antes do armazenamento (tabela 7).

Tabela 16 - Dados médios da velocidade de emergência (índice) e emergência total (%) dos lotes 1 e 2 (cultivar de tomate UC-82) após armazenamento

Tratamento de termoterapia	Velocidade de emergência		Emergência total	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
T1-52°C/30'	9,8 Aa	10,9 Aa	81 Aa	86 Aa
T2-52°C/60'	10,4 Aa	9,8 Aa	84 Aa	79 Aa
T3-53°C/30'	10,6 Aa	10,5 Aa	87 Aa	83 Aa
T4-53°C/60'	10,9 Aa	10,3 Aa	88 Aa	82 Aa
T5-54°C/30'	11,2 Aa	10,5 Aa	89 Aa	85 Aa
T6-54°C/60'	10,0 Aa	10,3 Aa	86 Aa	82 Aa
T7-55°C/30'	10,9 Aa	10,5 Aa	87 Aa	85 Aa
T8-55°C/60'	10,0 Aa	10,0 Aa	81 Aa	81 Aa
T9-60°C/30'	1,4 Ba	1,2 Ba	21 Ba	18 Ba
T10-60°C/60'	0,0 Ca	0,0 Ca	0 Ca	0 Ca
T11-Fungicida captan	11,4 Aa	10,8 Aa	90 Aa	87 Aa
T12-Sem tratamento	10,9 Aa	10,6 Aa	88 Aa	85 Aa
C.V.(%)	3,8		4,2	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

Tabela 17 - Dados médios da lixiviação de potássio dos lotes 1 e 2 (cultivar de tomate UC-82) após armazenamento

Tratamento de termoterapia	ppm de K/g sementes	
	Lote 1	Lote 2
T1-52°C/30'	20,4 ABa	20,1 Aa
T2-52°C/60'	20,3 Aa	21,3 Aa
T3-53°C/30'	27,6 ABa	27,5 Aa
T4-53°C/60'	20,9 ABa	20,5 Aa
T5-54°C/30'	20,3 Aa	26,3 Aa
T6-54°C/60'	41,6 Ba	33,6 Aa
T7-55°C/30'	21,2 ABa	26,4 Aa
T8-55°C/60'	20,7 ABb	67,0 Ba
T9-60°C/30'	27,2 ABa	26,5 Aa
T10-60°C/60'	34,0 ABa	33,2 Aa
T11-Fungicida captan	139,0 Ca	148,1 Ca
T12-Sem tratamento	140,8 Ca	149,1 Ca
C.V.(%)	10,7	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

Os resultados do teste de sanidade realizado após o período de armazenamento encontram-se na tabela 18 com os dados médios de incidência de fungos associados às sementes dos lotes 1 e 2 do cultivar UC-82.

Tabela 18 - Dados médios do teste de sanidade dos lotes 1 e 2 (cultivar de tomate UC-82) em incidência de fungos (%) associados às sementes após armazenamento

Tratamento de termoterapia	<i>Aspergillus</i> sp.		<i>Cladosporium</i> sp.		Incidência total*	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
	(%)					
T1-52°C/30'	1 Aa	2 Aa	5 ABa	9 ABCa	9 BCa	12CDb
T2-52°C/60'	1 Aa	0 Aa	9 ABa	5 ABCa	12 CDb	6 BCa
T3-53°C/30'	1 Aa	2 Aa	16 Ba	14 BCa	21 Db	18 DEa
T4-53°C/60'	0 Aa	0 Aa	15 Ba	8 ABCa	15 CDb	12 CDa
T5-54°C/30'	0 Aa	2 Aa	15 Ba	8 ABCa	17 CDb	10 CDa
T6-54°C/60'	1 Aa	0 Aa	8 ABa	3 ABa	9 BCa	7 BCa
T7-55°C/30'	3 Aa	1 Aa	16 Ba	9 ABCa	23 Db	12 CDa
T8-55°C/60'	1 Aa	0 Aa	0 Aa	2 ABa	2 Aa	2 ABa
T9-60°C/30'	0 Aa	0 Aa	1 Aa	1 Aa	3 ABa	2 ABa
T10-60°C/60'	0 Aa	0 Aa	0 Aa	2 ABa	0 Aa	3 ABb
T11-Fungicida captan	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa
T12-Sem tratamento	0 Aa	6 Ab	18 Ba	16 Ca	22 Da	26 Eb
C.V.(%)	44,1		35,2		25,9	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas (entre lotes) não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

*A incidência total foi composta pela soma dos fungos *Aspergillus* sp. e *Cladosporium* sp. a outros fungos que não foram analisados em especial em função da baixa incidência, em poucas parcelas: *Rhizopus* sp.; *Phoma* sp.; *Fusarium* sp.; *Drechslera* sp.; *Curvularia* sp.; *Stemphylium* sp.; *Epicoccum* sp. e *Alternaria* sp.

A associação de *Aspergillus* sp., fungo comum em armazenamento, com as sementes de alguns tratamentos, inclusive nas sementes não tratadas do lote 2 pode ter ocorrido em virtude de uma contaminação das sementes durante o armazenamento, embora a incidência seja baixa, já que não foi constatada a presença do patógeno na avaliação pós-tratamento. Com relação ao *Cladosporium* sp., observou-se uma ligeira redução na incidência do fungo nos dois lotes do cultivar UC-82, após o período de armazenamento, com redução significativa do fungo em relação às sementes não tratadas, para os tratamentos a 55°C por 60 min e 60°C por 30 e 60 min. Resultados similares foram encontrados por Trigo (1998) em sementes de cenoura. Neegard (1979) ressaltou que o armazenamento adequado pode reduzir a viabilidade de alguns fungos.

Diante do exposto, pode-se inferir que, provavelmente, o período de 90 dias de armazenamento em condições controladas (20°C e umidade relativa do ar de 50%) não tenha sido suficiente para evidenciar diferenças claras no vigor das sementes dos dois lotes do cultivar UC-82 submetidos a diversas combinações de tratamento termoterápico. Resultados similares foram encontrados por Erdey; Mycock e Berjak (1997) com sementes de milho tratadas com água quente e armazenadas por 1 mês e Strandberg e White (1989) em sementes de cenoura tratadas com água quente, que não apresentaram redução na emergência durante 42 ou 90 dias de armazenamento em ambiente com temperatura de 20°C e umidade relativa do ar variando de 20 a 60%. Entretanto, o mesmo não ocorreu quando a umidade relativa do ar foi ajustada para 70 a 80%.

2.3.2.2.2 Cultivar Rio Grande

Nas tabelas 20 a 23 encontram-se os resultados dos testes de germinação, vigor e sanidade obtidos pelos lotes 3 e 4 do cultivar Rio Grande, após o armazenamento.

O grau de umidade das sementes de ambos os lotes do cultivar Rio Grande manteve variação dentro do limite tolerável, recomendado pela literatura (tabela 19).

Tabela 19 - Grau de umidade (%) das sementes tratadas dos lotes 3 e 4 (cultivar de tomate Rio Grande) após armazenamento, antes e após o envelhecimento acelerado (EA)

Tratamento de termoterapia	Grau de umidade (%) antes dos testes		Grau de umidade (%) após o EA	
	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4
T1-52°C/30'	9,3	9,2	10,4	9,7
T2-52°C/60'	8,4	8,1	10,0	9,4
T3-53°C/30'	8,0	8,7	10,1	9,9
T4-53°C/60'	9,1	8,6	9,6	9,4
T5-54°C/30'	8,7	8,5	9,4	9,7
T6-54°C/60'	7,3	8,1	9,6	9,4
T7-55°C/30'	8,2	8,3	9,7	9,4
T8-55°C/60'	8,2	7,9	10,0	9,7
T9-60°C/30'	7,6	7,3	10,6	9,0
T10-60°C/60'	7,7	7,3	9,0	9,3
T11-Fungicida captan	7,6	7,7	9,5	9,9
T12-Sem tratamento	7,6	7,6	10,2	10,0

Os tratamentos realizados a 60°C deterioraram as sementes dos lotes 3 e 4 do cultivar Rio Grande, conforme observado pela diferença significativa entre os dados apresentados nos testes de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado (tabela 20), velocidade e porcentagem de emergência (tabela 21) em relação às testemunhas e demais tratamentos. Desse modo, o período de armazenamento não alterou o efeito desses tratamentos sobre as sementes.

Tabela 20 - Dados médios da porcentagem de germinação (%), primeira contagem do teste de germinação (%) e envelhecimento acelerado (%) dos lotes 3 e 4 (cultivar de tomate Rio Grande) após armazenamento

Tratamento de termoterapia	Germinação		Primeira contagem		Envelhecimento acelerado	
	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4
T1-52°C/30'	79 ABa	78 ABCa	70 ABa	77 ABa	78 Aa	65 ABa
T2-52°C/60'	82 ABa	71 Ca	59 BCa	68 Aba	67 ABa	78 ABa
T3-53°C/30'	91 Aa	75 BCb	79 ABa	66 Aba	81 Aa	59 Bb
T4-53°C/60'	95 Aa	90 ABCa	67 ABa	85 Aa	81 Aa	86 Aa
T5-54°C/30'	97 Aa	82 ABCb	89 Aa	78 Aba	83 Aa	84 ABa
T6-54°C/60'	86 ABa	76 ABCa	75 ABa	73 Aba	63 ABa	71 ABa
T7-55°C/30'	93 Aa	73 Cb	78 ABa	70 Aba	85 Aa	73 ABa
T8-55°C/60'	67 Ba	47 Db	38 Ca	35 Ca	43 Ba	31 Ca
T9-60°C/30'	3 Ca	3 Ea	0 Da	0 Da	1 Ca	3 Da
T10-60°C/60'	0 Da	0 Fa	0 Da	0 Da	0 Ca	0 Da
T11-Fungicida captan	97 Aa	94 ABa	71 ABa	50 BCa	81 Aa	83 ABa
T12-Sem tratamento	89 Aa	97 Aa	54 BCb	87 Aa	68 ABa	82 ABa
C.V. (%)	5,3		17,6		15,6	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

No teste de germinação do lote 3 observou-se diferença na resposta das sementes aos tratamentos, durante o armazenamento. As sementes tratadas a 55°C por 60 min, que não haviam diferido das sementes não tratadas, apresentaram baixa germinação em comparação às duas testemunhas. Todavia, no teste de primeira contagem de germinação, as sementes não tratadas apresentaram baixo vigor, equiparando-se aos demais tratamentos, com exceção do tratamento a 54°C por 30 min (tabela 20). No lote 4, apenas o teste de envelhecimento acelerado manteve a diferenciação dos tratamentos observada antes do período de armazenamento. Nos dados de germinação e primeira contagem não foram confirmados os efeitos deletérios de determinados

tratamentos encontrados antes do período de armazenamento, possivelmente pela interferência da associação das sementes com *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, que manifestou menor viabilidade durante o armazenamento.

Nos quadros 4 e 5 são apresentadas as médias da porcentagem de plântulas anormais com sintoma de cancro bacteriano, plântulas anormais sem sintoma e sementes mortas, tanto do teste de germinação (quadro 4), quanto do teste de envelhecimento acelerado (quadro 5).

Lote	Tratamento	PA - ss	PA - cs	Sementes mortas
		(%)		
L3	T1-52°C/30'	7	7	7
	T2-52°C/60'	14	0	4
	T3-53°C/30'	2	6	1
	T4-53°C/60'	0	3	3
	T5-54°C/30'	0	1	1
	T6-54°C/60'	0	4	10
	T7-55°C/30'	3	1	3
	T8-55°C/60'	8	7	19
	T9-60°C/30'	5	1	91
	T10-60°C/60'	0	0	100
	T11-Fungicida	1	1	2
	T12-Não tratadas	7	1	3
L4	T1-52°C/30'	0	20	2
	T2-52°C/60'	0	27	3
	T3-53°C/30'	0	23	2
	T4-53°C/60'	2	1	7
	T5-54°C/30'	5	8	5
	T6-54°C/60'	0	17	7
	T7-55°C/30'	1	23	3
	T8-55°C/60'	0	32	21
	T9-60°C/30'	5	1	91
	T10-60°C/60'	0	0	100
	T11-Fungicida	3	0	3
	T12-Não tratadas	1	0	1

Quadro 4 – Médias da porcentagem de plântulas anormais com sintoma de cancro bacteriano (PA – cs), plântulas anormais sem sintoma (PA – SS) e sementes mortas obtidas no teste de germinação após o período de armazenamento do cultivar Rio Grande

Segundo os dados apresentados nos quadros 4 e 5, observou-se maior porcentagem de plântulas anormais com sintoma no lote 4 do que no lote 3, confirmando as avaliações anteriores ao período de armazenamento. No lote 3, o comportamento das sementes em relação aos tratamentos e a presença de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* durante os testes de germinação e envelhecimento acelerado não foi alterado durante o armazenamento (quadros 4 e 5).

Quanto ao lote 4, a relação do menor potencial fisiológico apresentado pelas sementes submetidas à determinados tratamentos com o número de plântulas anormais com sintoma de cancro bacteriano foi mantida durante o armazenamento (quadros 4 e 5).

Lote	Tratamento	PA - ss	PA - cs	Sementes mortas
		(%)		
L3	T1-52°C/30'	15	3	3
	T2-52°C/60'	11	17	5
	T3-53°C/30'	11	7	2
	T4-53°C/60'	11	3	4
	T5-54°C/30'	8	5	4
	T6-54°C/60'	14	10	13
	T7-55°C/30'	13	0	3
	T8-55°C/60'	26	0	31
	T9-60°C/30'	3	0	96
	T10-60°C/60'	0	0	100
	T11-Fungicida	15	0	4
	T12-Não tratadas	32	0	0
L4	T1-52°C/30'	1	31	3
	T2-52°C/60'	0	19	3
	T3-53°C/30'	1	38	2
	T4-53°C/60'	1	8	5
	T5-54°C/30'	1	13	2
	T6-54°C/60'	7	16	6
	T7-55°C/30'	0	24	3
	T8-55°C/60'	0	56	13
	T9-60°C/30'	6	0	91
	T10-60°C/60'	0	0	100
	T11-Fungicida	16	0	1
	T12-Não tratadas	9	4	5

Quadro 5 – Médias da porcentagem de plântulas anormais com sintoma de cancro bacteriano (PA – cs), plântulas anormais sem sintoma (PA – ss) e sementes mortas obtidas no teste de envelhecimento acelerado (EA) após o período de armazenamento do cultivar Rio Grande

Na avaliação da velocidade e porcentagem de emergência, as sementes do lote 3 e 4 não apresentaram diferença em relação à resposta aos tratamentos durante o armazenamento, com exceção para as sementes do lote 3 tratadas a 54°C por 60 min, que apresentaram menor velocidade de emergência em comparação às testemunhas durante o armazenamento (tabela 21).

Tabela 21 - Dados médios da velocidade de emergência (índice) e emergência total (%) dos lotes 3 e 4 (cultivar de tomate Rio Grande) após armazenamento

Tratamento de termoterapia	Velocidade de emergência		Emergência total	
	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4
T1-52°C/30'	11,7 Aa	12,3 Aa	93,2 Aa	97,4 Aa
T2-52°C/60'	12,1 Aa	11,9 Aa	95,3 Aa	93,2 Aa
T3-53°C/30'	11,9 Aa	12,4 Aa	94,3 Aa	96,9 Aa
T4-53°C/60'	11,8 Aa	11,3 ABa	93,8 Aa	90,1 Aa
T5-54°C/30'	12,2 Aa	12,0 Aa	95,8 Aa	95,3 Aa
T6-54°C/60'	10,2 Bb	12,0 Aa	84,9 Ab	94,8 Aa
T7-55°C/30'	11,6 Aa	12,0 Aa	92,2 Aa	95,3 Aa
T8-55°C/60'	6,7 Cb	10,6 Ba	63,0 Bb	85,9 Aa
T9-60°C/30'	0,2 Db	0,7 Ca	2,6 Cb	8,3 Ba
T10-60°C/60'	0,0 Da	0,0 Da	0,0 Da	0,0 Ca
T11-Fungicida captan	11,7 Aa	12,1 Aa	92,7 Aa	95,8 Aa
T12-Sem tratamento	11,6 Aa	11,8 Aa	93,2 Aa	93,2 Aa
C.V.(%)		2,0		3,0

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

Quanto ao teste de lixiviação de potássio pós-armazenamento (tabela 22), os resultados obtidos não diferiram dos apresentados pelos lotes 3 e 4 no teste realizado pós-tratamento.

Tabela 22 - Dados médios da lixiviação de potássio dos lotes 3 e 4 (cultivar de tomate Rio Grande) após armazenamento

Tratamento de termoterapia	ppm de K/g sementes	
	Lote 3	Lote 4
T1-52°C/30'	30,3 Aa	28,4 Aa
T2-52°C/60'	30,0 Aa	29 Aa
T3-53°C/30'	29,6 Aa	27,3 Aa
T4-53°C/60'	28,6 Aa	30,8 Aa
T5-54°C/30'	30,3 Ab	47,9 ABCa
T6-54°C/60'	28,9 Aa	38,5 ABa
T7-55°C/30'	30,2 Ab	47,0 ABa
T8-55°C/60'	29,6 Aa	38,3 ABa
T9-60°C/30'	31,1 Ab	74,6 CDa
T10-60°C/60'	41,7 Ab	57,9 BCa
T11-Fungicida captan	93,4 Ba	91,6 Da
T12-Sem tratamento	91,3 Ba	90,6 Da
C.V.(%)	9,5	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

No teste de sanidade realizado após o período de armazenamento, percebe-se uma ligeira redução na incidência do *Cladosporium* sp. nos dois lotes do cultivar Rio Grande após o período de armazenamento, embora não tão evidente quanto no cultivar UC-82 (tabela 23).

Da mesma forma que no teste de sanidade realizado após o tratamento, as sementes do lote 3 apresentaram, de modo geral, maior incidência do fungo que as sementes do lote 4. As sementes do lote 3 tratadas com água quente apresentaram alta incidência de *Cladosporium* sp., demonstrando pouca alteração durante o armazenamento.

Tabela 23 - Dados médios do teste de sanidade dos lotes 3 e 4 (cultivar de tomate Rio Grande) em incidência de fungos (%) associados às sementes após armazenamento

Tratamento de termoterapia	<i>Cladosporium</i> sp.		Incidência total*	
	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4
			(%)	
T1-52°C/30'	10 BCDA	5 Aa	15 BCb	7 BCDEa
T2-52°C/60'	10 BCDB	0 Aa	14 BCb	4 ABCDA
T3-53°C/30'	18 Db	6 Aa	23 Cb	11 DEa
T4-53°C/60'	1 ABa	0 Aa	1 Aa	1 Aa
T5-54°C/30'	4 ABCa	7 Aa	8 Bb	13 Ea
T6-54°C/60'	13 CDa	7 Aa	15 BCb	8 CDEa
T7-55°C/30'	4 ABCa	8 Aa	6 Bb	9 CDEa
T8-55°C/60'	9 BCDA	5 Aa	9 Ba	9 CDEa
T9-60°C/30'	9 ABCDA	3 Aa	15 BCb	3 ABCa
T10-60°C/60'	8 ABCDB	2 Aa	13 BCb	2 ABa
T11-Fungicida captan	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa
T12-Sem tratamento	2 ABa	3 Aa	7 Ba	11 DEb
C.V.(%)		37,4		28,7

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

*A incidência total foi composta pela soma do fungo *Cladosporium* sp. a outros fungos que não foram analisados em especial em função da baixa incidência, em poucas parcelas: *Rhizopus* sp.; *Phoma* sp.; *Fusarium* sp.; *Drechslera* sp.; *Aspergillus* sp.; *Epicoccum* sp.; *Penicillium* sp. e *Alternaria* sp.

2.3.2.3 Considerações Gerais

Diante do exposto, pode-se sumarizar nesse primeiro experimento que os tratamentos das sementes com temperaturas de 52 a 55°C, por 30 ou 60 min não afetaram o desempenho das sementes dos dois lotes do cultivar UC-82. De um modo geral, não foi observado efeito dos lotes tratados com água quente.

Na avaliação do efeito da termoterapia sobre o cultivar Rio Grande, pode-se considerar que nos lotes 3 e 4 as sementes tratadas a 55°C por 60 min foram adversamente afetadas quanto ao potencial fisiológico, à semelhança do cultivar UC-82.

A bactéria *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* presente nas sementes do cultivar Rio Grande não foi controlada pela termoterapia e embora determinados tratamentos possam não afetar diretamente o potencial fisiológico, podem debilitar as sementes, implicando em baixa resistência à ação do patógeno, e criar um vazio biológico eliminando os

microrganismos antagônicos e favorecendo a manifestação do sintoma de cancro bacteriano e, conseqüentemente, a redução do potencial fisiológico das sementes.

Os tratamentos com água quente a 60°C por 30 ou 60 min afetaram significativamente a viabilidade das sementes de tomate, independentemente do lote e cultivar.

Não foi possível identificar efeito da termoterapia sobre a sanidade das sementes dos lotes dos cultivares UC-82 e Rio Grande em função da provável contaminação das sementes por *Cladosporium* sp. durante o período de secagem, assim como também não foi verificado efeito negativo da alta incidência do fungo sobre o vigor das sementes. Desse modo, reforça-se a teoria da possível necessidade de um tratamento complementar ao tratamento térmico e estudos adicionais para determinação de opções que ofereçam efeito residual para evitar contaminações posteriores (HERMANSEN; BRODAL; BALVOLL, 1999).

Quanto ao armazenamento, é possível que o período de 90 dias em condições controladas (20°C e umidade relativa do ar de 50%) não tenha sido suficiente para evidenciar diferenças claras no vigor das sementes dos lotes dos cultivares UC-82 e Rio Grande submetidos a diversas combinações de tratamento termoterápico.

De um modo geral, o efeito da termoterapia sobre o potencial fisiológico das sementes de tomate através das combinações temperatura/tempo de exposição utilizadas neste trabalho foi prontamente detectado pelo teste de germinação, possivelmente devido à intensidade de deterioração das sementes. Entretanto, verificou-se que os testes de vigor, primeira contagem do teste de germinação, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas, demonstraram eficiência na avaliação do potencial fisiológico das sementes tratadas com água quente, revelando o efeito prejudicial do tratamento a 55°C por 60 min sobre as sementes do lote 3, não detectado no teste de germinação antes do armazenamento. Diferenças sutis ocasionadas durante o armazenamento também puderam ser observadas através dos mesmos testes de vigor, ressaltando a importância desses testes na avaliação do efeito da termoterapia sobre o potencial fisiológico de sementes de tomate.

2.3.3 Experimento II

2.3.3.1 Avaliação do efeito da termoterapia na sanidade e potencial fisiológico das sementes de tomate

Na condução do segundo experimento, foram adotados dois, dos 10 tratamentos de termoterapia utilizados no experimento 1 e as duas testemunhas, com tratamento químico e sem tratamento. A metodologia de tratamento foi a mesma, com exceção do procedimento de secagem, cujo período foi de 12 horas, com proteção das sementes. Os dados obtidos nas avaliações dos lotes dos dois cultivares, UC-82 e Rio Grande, serão apresentados e discutidos a seguir, separadamente.

2.3.3.1.1 Cultivar UC-82

Os dados médios do grau de umidade das sementes antes da instalação dos testes de vigor e após o envelhecimento acelerado dos lotes 1 e 2 do cultivar UC-82 após encontram-se na tabela 24.

O grau de umidade dos tratamentos de ambos os lotes antes da instalação dos testes e após o período de envelhecimento em câmara jaquetada apresentou variação inferior ao limite tolerável de 2 pontos percentuais (tabela 24).

Tabela 24 - Grau de umidade (%) das sementes dos lotes 1 e 2 (cultivar de tomate UC-82) tratadas após 140 dias de armazenamento, antes dos testes e após o envelhecimento acelerado (EA)

Tratamento de termoterapia	Grau de umidade (%) antes dos testes		Grau de umidade (%) após EA	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
T7-55°C/30'	8,0	8,9	9,7	9,4
T10-60°C/60'	8,5	7,4	9,0	9,2
T11-Fungicida captan	8,4	8,9	9,9	9,3
T12-Sem tratamento	9,3	9,0	10,1	9,6

Na tabela 25 encontram-se os dados médios da incidência de fungos obtidos no teste de sanidade dos lotes 1 e 2 do cultivar UC-82.

O teste de sanidade revelou a incidência de fungos do gênero *Rhizopus*, *Aspergillus* e *Cladosporium* associados às sementes dos dois lotes do cultivar UC-82. Nascimento; Miranda;

Moraes (1990) também verificaram a incidência de *Cladosporium* sp. e *Aspergillus* sp, dentre outros, em sementes de diversos cultivares de tomate. Os autores consideraram que, embora os fungos encontrados não sejam de grande importância para a cultura do tomateiro, podem causar danos ao potencial fisiológico das sementes.

Tabela 25 - Dados médios do teste de sanidade dos lotes 1 e 2 (cultivar de tomate UC-82) em incidência de fungos (%) associados às sementes tratadas após 140 dias de armazenamento

Tratamento de termoterapia	<i>Rhizopus</i> sp.		<i>Aspergillus</i> sp.		<i>Cladosporium</i> sp.		Incidência total	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
T7-55°C/30'	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	1,6 Bb	0 Aa	1,6 Bb
T10-60°C/60'	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa
T11-Fungicida captan	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa
T12-Sem tratamento	2,4 Bb	1,6 Ba	1,6 Ba	1,6 Ba	1,6 Ba	14,4 Cb	5,6 Ba	17,6 Cb
C.V. (%)	29,3		30,2		25,1		33,8	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

A análise dos dados constatou controle dos fungos *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp. e *Cladosporium* sp. através dos tratamentos com água quente a 55 e 60°C pelos períodos de 30 e 60 min, respectivamente. Muniz (2001) não obteve êxito no controle de *Cladosporium fulvum* com o tratamento das sementes de tomate a 50°C por 30 min, indicando que o controle do gênero *Cladosporium* requer temperaturas acima de 50°C. No controle de *Aspergillus* sp. e *Rhizopus stolonifer* em sementes de milho, o tratamento a 50°C por 10 min foi eficaz, ainda que a 52°C o controle tenha sido mais expressivo (RAHMAN et al., 2008), sugerindo maior sensibilidade desses gêneros à termoterapia.

Na tabela 26 são apresentados os resultados de porcentagem e primeira contagem do teste de germinação e envelhecimento acelerado pelas sementes dos lotes 1 e 2 do cultivar UC-82 após o tratamento.

A análise dos dados identificou diferença significativa no potencial fisiológico das sementes submetidas aos tratamentos com água quente. O tratamento com água aquecida a 55°C por 30 min não reduziu a porcentagem de germinação, assim como o vigor, avaliado por meio da primeira contagem do teste germinação e do teste de envelhecimento acelerado das sementes dos lotes 1 e 2, quando comparado às sementes não tratadas.

Tabela 26 - Dados médios da porcentagem de germinação (%), primeira contagem do teste de germinação (%) e envelhecimento acelerado (%) dos lotes 1 e 2 (cultivar de tomate UC-82) tratados após 140 dias de armazenamento

Tratamento de termoterapia	Germinação		Primeira contagem		Envelhecimento acelerado	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
T7-55°C/30'	89 Aa	89 ABa	53 Aa	51 Aa	61 Aa	63 Aa
T10-60°C/60'	0 Ba	0 Ba	0 Ca	0 Ca	0 Ca	0 Ca
T11-Fungicida captan	85 Aa	83 Aa	18 Ba	21 Ba	35 Ba	35 Ba
T12-Sem tratamento	87 Aa	93 Aa	59 Aa	59 Aa	54 Aa	59 Aa
C.V. (%)	1,8		4,1		3,6	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

Quando as sementes foram tratadas a 60°C por 60 min, o efeito foi drástico na viabilidade das sementes, com ausência total de germinação, tanto para o lote 1 quanto para o lote 2. Resultados similares foram encontrados por Grondeau et al. (1992), em sementes de ervilha; Coutinho et al. (2007), em sementes de milho e Toite e Hernandez-Perez (2005) em sementes de espinafre (tabela 26).

Paralelamente, a análise dos dados identificou redução significativa no vigor das sementes tratadas com fungicida de ambos os lotes do cultivar UC-82, à semelhança do lote 2, no teste de envelhecimento acelerado, durante a condução do experimento 1.

De modo geral, verificou-se que a condução dos procedimentos de termoterapia e secagem das sementes foram satisfatórias, sem a ocorrência de contaminação das sementes tratadas, conforme ocorrido no experimento 1. Constatou-se, também, que o tratamento das sementes dos lotes 1 e 2 do cultivar UC-82 com água quente a 55°C por 30 min foi eficiente na erradicação de *Rhizopus* sp. e *Aspergillus* sp. e controlou a incidência de *Cladosporium* sp., sem causar prejuízo ao potencial fisiológico das sementes.

2.3.3.1.2 Cultivar Rio Grande

Na tabela 27 encontram-se os dados médios do grau de umidade das sementes dos lotes 3 e 4 do cultivar Rio Grande após o tratamento das sementes, antes da instalação dos testes de vigor e após o envelhecimento acelerado.

Na observação dos dados, verificou-se que o grau de umidade das sementes dos lotes 3 e 4 antes da instalação dos testes variou de 7,6 a 8,3% e, após o período de envelhecimento acelerado, de 8,0 a 8,8%, apresentando-se inferior ao limite tolerável recomendado na literatura.

Tabela 27 - Grau de umidade (%) das sementes dos lotes 3 e 4 (cultivar de tomate Rio Grande) tratadas após 140 dias de armazenamento, antes dos testes e após o envelhecimento acelerado (EA)

Tratamento de termoterapia	Grau de umidade (%)		Grau de umidade (%)	
	antes dos testes		após EA	
	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4
T7-55°C/30'	8,3	7,6	8,8	8,2
T10-60°C/60'	7,9	7,6	8,0	8,4
T11-Fungicida captan	7,8	7,6	8,6	8,8
T12-Sem tratamento	7,9	8,0	8,4	8,3

Na tabela 28, encontram-se os dados médios da incidência de fungos obtidos no teste de sanidade dos lotes 3 e 4 do cultivar Rio Grande após o tratamento das sementes.

Do mesmo modo que o cultivar UC-82, os dois lotes do cultivar Rio Grande apresentaram incidência de *Rhizopus*, *Aspergillus* e *Cladosporium* associados às sementes. A análise dos dados obtidos no teste de sanidade identificou efeito dos tratamentos no controle dos fungos para os dois lotes do cultivar Rio Grande.

Tabela 28 - Dados médios do teste de sanidade dos lotes 3 e 4 (cultivar de tomate Rio Grande) em incidência de fungos (%) associados às sementes tratadas após 140 dias de armazenamento

Tratamento de termoterapia	<i>Rhizopus</i> sp.		<i>Aspergillus</i> sp.		<i>Cladosporium</i> sp.		Incidência total	
	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4
T7-55°C/30'	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	2,4 Bb	0 Aa	2,4 Bb	0 Aa
T10-60°C/60'	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa
T11-Fungicida captan	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa
T12-Sem tratamento	3,2 Bb	2,4 Ba	3,2 Bb	0 Aa	4,0 Ca	4,8 Ba	10,4 Cb	7,2 Ba
C.V. (%)	25,4		17,4		18,9		18,1	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

Assim como no cultivar UC-82, os tratamentos com água quente a 55 e 60°C pelos períodos de 30 e 60 min, respectivamente, do mesmo modo que o fungicida, obtiveram efeito significativo no controle dos fungos *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp. e *Cladosporium* sp. No

entanto, observando-se os dados de incidência de *Cladosporium* sp., verificou-se que, apesar do tratamento a 55°C por 30 min ter sido eficaz no controle do patógeno, a imersão das sementes em água aquecida a 60°C por 60 min foi mais eficaz, erradicando o patógeno.

As sementes tratadas a 55°C por 30 min apresentaram menor porcentagem de germinação que as testemunhas, sementes tratadas com fungicida e não tratadas, contrariando os resultados obtidos pelo cultivar UC-82 (tabela 29).

Na avaliação da primeira contagem do teste de germinação e no teste de envelhecimento acelerado, os lotes 3 e 4 apresentaram comportamentos diferentes mediante os tratamentos. Porém, verificou-se que, em ambos os lotes, as sementes tratadas com fungicida apresentaram baixa germinação na primeira contagem do teste, com recuperação na contagem final, demonstrando menor vigor em relação às sementes não tratadas, corroborando o efeito do tratamento encontrado no cultivar UC-82 (tabela 26). Contrariando, o mesmo não foi confirmado no teste de envelhecimento acelerado dos lotes 3 e 4, apresentando vigor similar às sementes não tratadas.

Tabela 29 - Dados médios da porcentagem de germinação (%), primeira contagem do teste de germinação (%) e envelhecimento acelerado (%) dos lotes 3 e 4 (cultivar de tomate Rio Grande) tratados após 140 dias de armazenamento

Tratamento de termoterapia	Germinação		Primeira contagem		Envelhecimento acelerado	
	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4	Lote 3	Lote 4
T7-55°C/30'	81 Ba	82 Ba	60 Aa	35 Bb	67 Aa	65 Ba
T10-60°C/60'	0 Ca	0 Ca	0 Ca	0 Ca	0 Ba	1 Ca
T11-Fungicida captan	91 Aa	93 Aa	44 Ba	44 Ba	73 Aa	80 Aa
T12-Sem tratamento	91 Ab	99 Aa	67 Ab	87 Aa	69 Aa	77 Aa
C.V. (%)	0,9		3,4		8,2	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

No lote 3, as sementes tratadas a 55°C por 30 min não diferiram das sementes não tratadas, tanto na primeira contagem do teste de germinação, quanto no teste de envelhecimento acelerado. Contudo, na primeira contagem de germinação, as sementes do lote 3 apresentaram maior vigor que as sementes tratadas com fungicida.

Nas avaliações da primeira contagem do teste de germinação e envelhecimento acelerado, as sementes do lote 4 tratadas a 55°C por 30 min apresentaram menor vigor que as

sementes não tratadas. Do mesmo modo, apresentaram menor vigor que as sementes tratadas com fungicida no teste de envelhecimento acelerado.

Nos quadros 6 e 7 são apresentadas as médias da porcentagem de plântulas anormais com sintoma de cancro bacteriano, plântulas anormais, sem sintoma e sementes mortas.

De acordo com os dados apresentados no quadro 6, verificou-se que as sementes dos lotes 3 e 4 tratadas a 60°C por 60 min não germinaram e as sementes do lote 3 tratadas a 55°C por 30 min, não obtiveram plântulas anormais com sintoma de cancro bacteriano, concluindo-se que o baixo vigor pode ser atribuído ao efeito direto da termoterapia. Por outro lado, no lote 4 foi verificada uma relação direta do menor desempenho apresentado pelas sementes tratadas a 55°C por 30 min com um alto índice de plântulas anormais com sintoma de cancro bacteriano, do mesmo modo que ocorreu no experimento 1.

Lote	Tratamento	PA - ss	PA - cs	Sementes mortas
		(%)		
L3	T7-55°C/30'	5	0	14
	T10-60°C/60'	0	0	100
	T11-Fungicida	3	0	6
	T12-Não tratadas	1	1	7
L4	T7-55°C/30'	0	15	3
	T10-60°C/60'	0	0	100
	T11-Fungicida	3	3	2
	T12-Não tratadas	0	0	1

Quadro 6 – Médias da porcentagem de plântulas anormais com sintoma de cancro bacteriano (PA – cs), plântulas anormais sem sintoma (PA – SS) e sementes mortas obtidas durante o teste de germinação após tratamento do cultivar Rio Grande

No quadro 7, observa-se que as sementes dos lotes 3 e 4 tratadas a 60°C por 60 min, que diferenciaram significativamente das testemunhas no teste de envelhecimento acelerado (tabela 29), apresentaram 100% de sementes mortas. Paralelamente, verificou-se alta porcentagem de plântulas anormais com sintoma de cancro bacteriano geradas das sementes do lote 4 tratadas a 55°C por 30 min.

Lote	Tratamento	EA	PA - ss	PA - cs	Sementes mortas
		(%)			
L3	T7-55°C/30'	67	7	7	19
	T10-60°C/60'	0	0	0	100
	T11-Fungicida	73	23	0	4
	T12-Não tratadas	69	15	7	9
L4	T7-55°C/30'	65	0	15	20
	T10-60°C/60'	1	0	0	99
	T11-Fungicida	80	15	0	5
	T12-Não tratadas	77	18	0	5

Quadro 7 – Médias da porcentagem de plântulas anormais com sintoma de cancriobacteriano (PA – cs), plântulas anormais sem sintoma (PA – SS) e sementes mortas obtidas no teste de envelhecimento acelerado (EA) após tratamento do cultivar Rio Grande

De modo geral, os dados obtidos não apresentaram consistência para avaliar o efeito dos tratamentos no controle de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*.

Assim, na avaliação do efeito da termoterapia nos dois lotes do cultivar Rio Grande, pode-se sumarizar que o tratamento com água quente a 55°C por 30 min controlou os fungos associados às sementes, mas afetou significativamente o potencial fisiológico das sementes de ambos os lotes, seja pela ação física direta ou por debilitar as sementes tornando-as mais vulneráveis a manifestação do sintoma de cancro bacteriano. Em contrapartida, os tratamentos com água quente a 60°C por 60 min foi eficiente no controle dos fungos, mas afetaram significativamente a viabilidade das sementes, independentemente do lote.

2.3.3.2 Considerações gerais

De modo geral, verificou-se que a condução dos tratamentos e do processo de secagem das sementes foi satisfatória, sem a ocorrência de contaminação das sementes tratadas com água quente, conforme ocorrido no experimento 1, permitindo avaliar o efeito da termoterapia no controle dos fungos associados às sementes de tomate dos cultivares UC-82 e Rio Grande. Constatou-se, também, que o tratamento das sementes com água quente a 55°C por 30 min foi eficiente na erradicação de *Rhizopus* sp. e *Aspergillus* sp. e controlou significativamente a incidência de *Cladosporium* sp., mas o efeito sobre o potencial fisiológico das sementes variou conforme o cultivar. Em contrapartida, os tratamentos com água quente a 60°C por 60 min

erradicaram os fungos, mas afetaram significativamente a viabilidade das sementes, independentemente do lote ou cultivar.

2.3.4 Considerações finais

O tratamento a 55°C por 30 min pode ser recomendado para o tratamento de sementes de tomate com controle eficiente de fungos associados às sementes, contudo, recomenda-se realização de testes preliminares de vigor para avaliação do seu efeito sobre o potencial fisiológico das sementes do cultivar de interesse. De um modo geral, o teste de envelhecimento acelerado mostrou-se eficiente na determinação do potencial de desempenho das sementes tratadas com água quente.

Os tratamentos com água quente variando de 52 a 54°C pelos períodos de 30 a 60 min não afetaram o potencial fisiológico das sementes. Porém, não foi possível avaliá-los no controle dos fungos devido à contaminação das sementes durante o período de secagem.

Devido ao possível vazio biológico criado pelo tratamento e à falta de efeito residual, faz-se necessária a realização de estudos adicionais para determinação de opções que protejam as sementes de contaminações posteriores com fungos saprófitos. Em consequência disso, na avaliação dos efeitos dessa modalidade de termoterapia, a metodologia de secagem deve ser devidamente ajustada, podendo-se diminuir o período de secagem e proteger as sementes com papel toalha.

Os tratamentos com água quente a 60°C pelo período de 60 min foi eficiente na erradicação dos fungos *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp. e *Cladosporium* sp., equiparando-se ao apresentado pelo tratamento com o fungicida Captan. Entretanto, observou-se que por 30 ou 60 min a temperatura de 60°C foi letal às sementes de tomate dos quatro lotes dos cultivares UC-82 e Rio Grande, não sendo, portanto, recomendado.

Sementes contaminadas ou infectadas por *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* podem germinar, desenvolvendo plântulas normais que serão transplantadas para os canteiros definitivos. Nesse tocante, é importante salientar que um lote de sementes contaminadas ou infectadas por *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* poderia ser liberado para comercialização, caso não fosse submetido a um teste de sanidade específico para a bactéria e fosse tratado apenas com fungicida. Todavia, ao submeter o lote à termoterapia,

gerando um vazio biológico e debilitando as sementes, o teste de germinação padrão permitiu que as plântulas expressassem os sintomas antes mesmo de emitirem o primeiro par de folhas verdadeiras, mais precisamente, com menos de 7 dias após a semeadura. Embora a termoterapia possa não afetar diretamente o potencial fisiológico das sementes, pode debilitá-las, implicando em baixa resistência à ação de determinados patógenos de associação sistêmica, além de reduzir ou eliminar os microrganismos antagonicos.

O período de 90 dias de armazenamento em condições controladas (20°C e umidade relativa do ar de 50%) pode reduzir o potencial fisiológico de sementes de tomate tratadas com água quente, mas não se mostrou suficiente para evidenciar diferenças claras no vigor das sementes dos 4 lotes dos cultivares UC-82 e Rio Grande submetidos a diversas combinações de termoterapia durante o período de armazenamento. Há necessidade de estudos adicionais com períodos maiores de armazenamento para obtenção de resultados mais consistentes.

De um modo geral, observou-se que diferenças sutis do binômio temperatura/tempo de exposição sobre o potencial fisiológico das sementes só puderam ser observadas através dos testes de primeira contagem, envelhecimento acelerado e emergência, ressaltando a importância dos testes de vigor na avaliação dos efeitos da termoterapia sobre as sementes. Assim, recomenda-se a adequação de suas metodologias, considerando-se os prováveis efeitos do genótipo e dos tratamentos, para as suas devidas aplicações nas pesquisas envolvendo tratamentos de sementes e nos programas de controle de qualidade de sementes.

3 CONCLUSÕES

a) A termoterapia (água quente a 55°C/30 min) é uma opção consistente para o controle de fungos associados às sementes de tomate, sem prejudicar o potencial fisiológico das sementes, dependendo da qualidade inicial do lote.

b) Os tratamentos com água quente variando de 52 a 54°C por 30 ou 60 min não causam prejuízo ao potencial fisiológico de sementes de tomate, enquanto o efeito do tratamento a 55°C/60 min está associado à qualidade inicial do lote.

c) O tratamento com água quente a 60°C por 30 ou 60 min não constitui uma opção para o tratamento de sementes de tomate; é eficiente para o controle de fungos, mas é letal às sementes de tomate.

d) Os tratamentos com água quente variando de 52 a 55°C por 30 ou 60 min não são eficientes em eliminar a bactéria *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* e acarretam queda da resistência de sementes de tomate, tornando-as vulneráveis à manifestação dos sintomas de cancro bacteriano na plântula.

e) O período de 90 dias de armazenamento em condições controladas (20°C e umidade relativa do ar de 50%) pode reduzir o potencial fisiológico de sementes de tomate tratadas com água quente, mas há necessidade de estudos adicionais com períodos maiores de armazenamento para obtenção de resultados mais consistentes.

f) A termoterapia com água quente deixa as sementes de tomate vulneráveis à contaminação por fungos saprófitos, havendo necessidade de estudos adicionais para determinação de opções de tratamentos complementares que ofereçam efeito residual para evitar futuras contaminações, no armazenamento ou no substrato.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, G.H.; ROBERTS, E.H. The effect of storage conditions on the growth and yield of barley, broad beans, and peas. **Annals of Botany**, Exeter, v. 33, p. 169-184, 1969.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. Disponível em: <<http://abcsem.com.br/doc/pesquisa/Pesquisa%20de%20mercado%202003%20-%20compacta.doc>> Acesso em: 30 jun. 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Wageningen, 1983. 93 p. (Contribution, 32 to Handbook on Seed Testing).

BABADOOST, M.; DERIE, M.L.; GABRIELSON, R.L. Efficacy of sodium hypochlorite treatments for control of *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris* in Brassica seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 24, p. 7-15, 1996.

BAKER, K.F. Principles of heat treatment of soil and planting material. **Journal of the Australian Institute of Agriculture Science**, Melbourne, v. 28, p. 118-126, 1962.

BARROS, D.I.; NUNES, H.V.; DIAS, D.C.F.; BHERING, M.C. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 24, n. 2, p. 12-16, 2002.

BARROS, M.A.; OHSE, S.; MARCOS FILHO, J. Íon leakage as indicator of vigor in field bean seeds. **Seed Technology**, Lansing, v. 21, n. 1, p. 44-48, 1999.

BARTON, L.V.; GARMAN, H.R. Effect of age and storage condition of seeds on the yields of certain plants. **Contributions from Boyce Thompson Institute**, New York, v. 14, p. 243-255, 1946.

BERESNIEWICZ, M.M.; TAYLOR, A.G.; GOFFINET, M.C.; TERHUNE, B.T. Characterization and location of a semipermeable layer in seed coats of leek and onion (Liliaceae), tomato and pepper (solanaceae). **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 23, p. 123-134, 1995.

BORGES, E.E.L.E.; CASTRO, J.L.D. de; BORGES, R.C.G. Avaliação fisiológica de sementes de cedro submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 56-62, 1990.

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

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria n. 457, de 18 de dezembro de 1986**. Estabelece para todo o território nacional, procedimentos e padrões de sementes olerícolas, para distribuição, transporte, e comércio de sementes fiscalizadas, e para importação. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do>>. Acesso em: 05 nov. 2008.

BROADBENT, L. The epidemiology of tomato mosaic, XI. Seed-transmission of TMV. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 56, p. 177-205, 1965.

BRYAN, M.K. Studies on bacterial canker of tomato. **Journal of Agricultural Research**. Lahore, v. 41, n. 12, p. 825-850, 1930.

CARMO, M.G.F.; CORREA, F.M.; CORDEIRO, E.S.; CARVALHO, A.O.; ROSSETTO, C.A.V. Tratamentos de erradicação de *Xanthomonas vesicatoria* e efeitos sobre a qualidade das sementes de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 579-584, 2004.

CARPI, V.A.F. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.)**. 2005. 77 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2005.

CHANG, R.J.; RIES, S.M.; PATAKY, J.K. Local sources of *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis* in the development of bacterial canker on tomatoes. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 82, p. 553-560, 1992.

COUTINHO, W.M., SILVA-MANN, R.; VIEIRA, M.G.G.C., MACHADO, C.F.; MACHADO, J.C. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas à termoterapia e condicionamento fisiológico. **Fitopatologia Brasileira**, Fitopatologia Brasileira, v. 32, p. 458-464, 2007.

CUNHA, M.M.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; DELLA VECCHIA, P.T. Aspectos fitossanitários na produção de sementes de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 5, p. 11-14, 1987.

CUSTÓDIO, C.C.; MARCOS FILHO, J. Potassium leachate test for the evaluation of soybean seed physiological quality. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 25, n. 3, p. 549-564, 1997.

DHINGRA, O.D.; MUCHOVEJ, J.J.; CRUZ FILHO, J. **Tratamento de sementes**: controle de patógenos. Viçosa: UFV, 1980. 121 p.

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

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

DINIZ, K.A.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARAES, R.M.; CARVALHO, M.L.M.; MACHADO, J.C. Incorporação de microrganismos, aminoácidos, micronutrientes e reguladores de crescimento em sementes de alface pela técnica de peliculização. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, p. 37-43, 2006.

DREW, R.L.K.; BROCKLEHURST, P.A. The effect of anti-viral thermal treatments on germination of lettuce (*Lactuca sativa*) seeds and subsequent seedling development. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v.107, n. 1. p. 137-145, 1985.

ERDEY, D.P., MYCOCK, D.J.; BERJAK, P. The elimination of *Fusarium moniliforme* (Sheldon) infection in maize caryopses by hot water treatment. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 25, p. 485-501, 1997.

ESTEFANI, R.C.C.; MIRANDA FILHO, R.J.; UESUGI, C.H. Tratamentos térmico e químico de sementes de feijoeiro: eficiência na erradicação de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* e efeitos na qualidade fisiológica das sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 5, p. 434-438, 2007.

FATMI, M.; SCHAAD, N.W.; BOLKAN, H.A. Seed treatments for eradicating *Clavibacter michiganensis* subsp *michiganensis* from naturally infected tomato seeds. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, p. 383-385, 1991.

FILGUEIRA, F.A.R. **Solanáceas**: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, berinjela e jiló. Lavras: UFLA, 2003. 333 p.

GALLI, F.; TOKESHI, H. Doenças do tomateiro. In: MINAMI, K.; HAAG, H.P. **O tomateiro**. Campinas: Fundação Cargill, 1979. p. 240-294.

GIORDANO, L.B.; SILVA, C. Hibridação em tomate. In: BORÉM, A. **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 463-480.

GRONDEAU, C.; SAMSON, R. A review of thermotherapy to free plant materials from pathogens, especially seeds from bacteria. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Oxfordshire, v. 13, n. 1, p. 57-75, 1994.

GRONDEAU, C.; LADONNE, F.; FOURMOND, A.; POUTIER, F.; SAMSON, R. Attempt to eradicate *Pseudomonas syringae* pv. *pisi* from pea seeds with heat treatments. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 20, p. 515-525, 1992.

GROOT, S.P.C.; BIMBAUM, Y; ROP, N.; JALINK, H. FORSBERG, G.; KROMPHARDT, C.; WERNER, S.; KOCH, E. Effect of seed maturity on sensitivity of seeds towards physical sanitation treatments. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 34, p. 403-413, 2006.

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

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. 3rd ed. Zürich: ISTA, 1995. 117 p.

HERMANSEN, A.; BRODAL, G.; Hot water treatment of carrot seeds: effects on seed-borne fungi, germination, emergence and yield. **Seed science and Technology**, Zürich, v. 27, p. 599-613, 1999.

HONERVOGT, B.; LEHMANN-DANZINGER, H. Comparison of thermal and chemical treatment of cotton seed to control bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum*). **Journal of Phytopathology**, Hamburg, v. 134, p. 103-109, 1992.

IKUTA, J. **Tratamento térmico de sementes e de tecidos de tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill.) infectados por *Clavibacter michiganense* subsp *michiganense* (Smith) Davis et al e efeito de diferentes temperaturas sobre a bactéria cultivada “in vitro”**. 1990. 109 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1990.

KASSELAKI, A.M.; MALATHRAKIS, N.E.; GOUMAS, D.E.; COOPER, J.M.; LEIFERT, C. Effect of alternative treatment on seed-borne *Didymella lycopersici* in tomato. **Journal of Applied Microbiology**, Bedford, v. 105, p. 36-41, 2008.

KIKUTI, A.L.P.; MARCOS-FILHO, J. Physiological potential of cauliflower seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 374-380, 2008.

KIKUTI, H.; MEDINA, P.F.; KIKUTI, A.L.P.; RAMOS, N.P. Teste de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 10-18, 2008.

KUROSAWA, C.; PAVAN, M.A. Doenças do tomateiro. In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN-FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p. 690-719.

LEWIS IVEY, M.L.; MILLER, S.A. Evaluation of hot water seed treatment for the control of bacterial leaf spot and bacterial canker on fresh market and processing tomatoes. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 695, p. 197-204, 2005. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/695/695_22.htm>. Acesso em: 10 jan. 2009.

LIMA, L.B. de. **Avaliação do potencial fisiológico e métodos de condicionamento, secagem e armazenamento de sementes de pepino**. 2008. 93 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

LOPES, C.A.; QUEZADO-SOARES, A.M. **Doenças bacterianas das hortaliças: diagnose e controle**. Brasília: EMBRAPA, CNPH, 1997. 70 p.

LOPES, C.A.; SANTOS, J.R.M. dos. **Doenças do tomateiro**. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1994. 61 p.

- LOPES, F.S.; ROSSETTO, C.A.V. Qualidade de sementes de tomate influenciada pelos tratamentos térmico e osmótico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n.3, p. 642-646, 2004.
- LOTT, J.N.; CAVDEK, V.; CARSON, J. Leakage of K, Mg, Cl, Ca and Mn from imbibing seeds, grains and isolated seed parts. **Seed Science Research**, New York, v. 1, n. 4, p. 229-233, 1991.
- LUCCA FILHO, O.A. Metodologia dos testes de sanidade de sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 276-298.
- MACHADO, J.C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS; UFLA, FAEPE, 2000. 138 p.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in relation evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 3, p. 1-24.
- _____. Alternatives for vigor testing in vegetable seeds. **International Society of Seed Technologists Reports**, Columbus, v. 3, n. 1, p. 8 - 10, 2002.
- _____. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.
- MARTINS, L.; SILVA, W.R.; ALMEIDA, R.R. Sanidade em sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst.ex A.Rich) Stapf submetidas a tratamentos térmicos e químicos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 117-120, 2001.
- MARTINELLI-SENEME, A.; MARTINS, C.C.; CASTRO, M.M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Avaliação do vigor de sementes peliculizadas de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 01-06, 2004.
- MASUM, M.M.I.; ISLAM, S.M.M.; FAKIR, M.G.A. Effect of seed treatment practices in controlling of seed-borne fungi in sorghum. **Scientific Research and Essay**, Lagos, v. 4, n. 1, p. 22-27, 2009.
- MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D.A. (Ed.). **Handbook of vigour test methods**. Zürich: ISTA, 1981. p. 37-42.
- McCORMAC, A.C.; KEEFE, P.D. Cauliflower (*Brassica oleracea* L.) seed vigour: Imbibition effects. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 41, p. 893-899, 1990.

- McDONALD Jr., M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, Geneva, v. 65, p. 109-139, 1975.
- McGEE, D.C. Epidemiological Approach to disease Management through seed technology. **Annual Review of Phytopathology**, Santa Clara, v. 33, p. 445-446, 1995.
- McMILLAN Jr, R.T. Preplant seed treatment of tomato for control of *Xanthomonas campestris* (pamm.) Dows. Pv. Vesicatoria (doidge) dye. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 198, p. 53-58, 1987. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/198/198_6.htm>. Acesso em: 10 jan. 2009.
- MENDES, M.A.S.; LIMA, P.M.M.; FONSECA, J.N.L.; SANTOS, M.F. Erradicação de *Fusarium oxysporum* em sementes de alfafa utilizando termo e quimioterapia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 148-152, 2001.
- MENTEN, J.O.M. Importância do tratamento de sementes. In: _____. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba: ESALQ; FEALQ, 1991. p. 203-224.
- _____. Situações dos padrões de sanidade de sementes no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 31, p. 142-147, 2005. Suplemento.
- MIRANDA, D.M.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P.; MARCOS FILHO, J. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de pimentão pelo teste de lixiviação de potássio. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 13, n. 3, p. 275, 2003.
- MORAES, M.H.D.; MENTEN, J.O.M. Possibilidades da termoterapia no tratamento de sementes de hortaliças. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 13, n. 1-2, p. 17, 1987.
- MORE, H.G.; STENNING, B.C.; MAGAN, N. Effect of high temperature on disinfection and quality characteristics of sorghum. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 120, p.161-171, 1992.
- MUNIZ, M.F.B. Control of microganisms associated with tomato seeds using thermotherapy. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23 n. 1, p. 176-280, 2001.
- 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, n. 1, p.187-193, 1999.
- NASCIMENTO, M. Mercado de sementes de hortaliças. In: FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **AGRIANUAL 2009: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2009. p. 329-330.
- NASCIMENTO, W.M.; BARROS, B.C.G. de; PESSOA, H.B.S.V. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 251-253, 1993.

NASCIMENTO, W.M.; MIRANDA, J.E.C.; MORAES, M.H.D. Avaliação da qualidade de sementes de tomate para a indústria. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 8, n. 2, p. 31, 1990.

NEDUMARAN, S.; VIDHYASEKARAN, P. Seed-borne infection of *Corynebacterium michiganense* in tomato. **Indian Phytopathology**, Jodhpur, v. 35, n. 4, p. 510-511, 1982.

NEEGAARD, P. **Seed oathology**. London: The Mac Millan Press, 1979. v. 2, 1191 p.

OLTRA, J.R.I. **Como obtener tus propias semillas**: manual para agricultores ecológicos. 2. ed. Navarra: La Fertilidad de la Terra. 2003, 153 p.

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

_____. Evaluation of the physiological potential of tomato seeds. **Seed Technology**, Lansing, v. 23, n. 2, p. 151-161, 2001b.

PATOLOGIA de sementes: a sanidade de sementes na Internet. Disponível em: <<http://www.patologiadesementes.com.br>>. Acessado em: 01 maio 2009.

PERLEBERG, C.S.; SPERANDIO, C.A. Influência da termoterapia na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 311-316, 1998.

PRABHU, M.S.C.; VENKATASUBBAIAH, P.; SAFEEULLA, K.M.; SHETTY, H.S. Fungi associated with *Leucaena* seeds and their influence on germination. **Annals of Tropical Research**, Baybay, v. 4, p. 151-155, 1982.

PROHENS, J.; SOLER, S.; NUEZ, F. The effects of thermotherapy and sodium hypochlorite treatments on pepino. seed germination, a crucial step in breeding programmes. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, n. 134, p. 299-305, 1999.

PRYOR, B.M., DAVIS, R.M., GILBERTSON, R.L. Detection and eradication of *Alternaria radicina* on carrot seed. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 78, p. 452-45, 1994.

RAHMAN, M.M.E.; ALI, M.E.; ALI, M.S.; RAHMAN, M.M. ; ISLAM, M.N. Hot water thermal treatment for controlling seed-borne mycoflora of Maize. **International Journal of Sustainable Crop Production**, Dhaka, v. 5, p. 5-9, 2008.

REES, A.R. Effect of heat treatment for virus attenuation on tomato seed viability. **Journal of Horticultural Science**, Bristol, v. 45, p. 33-34, 1970.

RICHARDSON, M.J. **An annotated list of seed-borne diseases**. Zurich: The International Seed Testing Association, 1990. 387 p.

RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Teste de lixiviação de potássio para avaliação rápida do potencial fisiológico de sementes de cebola. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 183, 2001.

SHAHDA, W.T.; AL-RAMA, A.N.A.N.; RAGEH, S.A. Damping off of some cucurbitaceous crops in Saudi Arabia with reference to control methods. **Journal of Phytopathology**, Hamburg, v. 143, p. 59-63, 1995.

SHOEMAKER, P.B.; ECHANDI, E. Seed and plant bed treatments for bacterial canker of tomato. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 60, n. 2, p. 163-166, 1976.

SILVA, A.M.S.; CARMO, M.G.F.; OLIVARES, F.L.; PEREIRA, A.J. Termoterapia via calor seco no tratamento de sementes de tomate: eficiência na erradicação de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* e efeitos sobre a semente. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v. 27, p. 586-593, 2002.

SIMON, E.W.; MATHAVAN, S. The time-course of leakage from imbibing seeds of different species. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 14, n. 1, p. 9-13, 1986.

SOAVE, J.; MORAES, S.A. Medidas de controle das doenças transmitidas por sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.V. S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 192-259.

STANDBERG, J.O.; WHITE, J.M. Response of carrot seeds to heat treatment. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 114, p. 766-769, 1989.

STRIDER, D.L. **Bacterial canker of tomato caused by *Corynebacterium michiganense*: a literature review and bibliography**. Raleigh: North Carolina Agricultural Experiment station, 1969. 110 p. (Technical Bulletin, 193).

_____. Tomato seedling inoculations with *Corynebacterium michiganense*. **Plant Disease Reporter**. Beltsville, v. 54, p. 36-39, 1970.

TANAKA, M.A.S.; MENTEN, J.O.M.; NASSER, L.C.B. Recentes avanços no desenvolvimento de métodos de detecção de fungos em sementes, no Brasil. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 24-31, 2001.

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

THYR, B.D. Resistance to *Corynebacterium michiganense* measured in six *Lycopersicon* accessions. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 61, p. 972-974, 1971.

TOGNI, D.J.; FRARE, V.C.; MORAES, M.H.D.; MENTEN, J.O.M. Fungos associados às sementes agroecológicas de hortaliças. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 15, n. 1/3, p. 179, 2005.

- TOITE, L.J. du; HERNANDEZ-PEREZ, P. Efficacy of hot water and chlorine for eradication of *Cladosporium variabile*, *Stemphylium botryosum*, and *Verticillium dahliae* from spinach seed. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 89, p. 1305-1312, 2005.
- TORRES, S.B.; MARCOS FILHO, J. Physiological potential evaluation in melon seeds (*Cucumis melo* L.). **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 33, p. 341-350, 2005.
- TORRES, S.B.; PEIXOTO, A.R.; CARVALHO, I.M.S. de. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de tomate da região do submédio são francisco. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 4, p. 825-829, 1999.
- TREWEVAS, A. Urban myths of organic farming. **Nature**, London, v. 410, p. 409-410, 2001.
- TRIGO, M.F.O.; PIEROBOM, C.R.; NEDEL, J.L.; TRIGO, L.F.N. Tratamento térmico em sementes de cenoura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 3, p.357-361, 1998.
- TRIPATHI, H.S.; STINGH, R.S.; CHAUBE, H.S. Effect of dry-heat treatment on the survival of *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr. In infected chickpea seeds. **International Chickpea Newsletter**, Patnagarh, v. 16, p. 13, 1987.
- VAN STEEKELENBURG, N.A.M. Resistance to *Corynebacterium michiganense* in tomato genotypes. **Euphytica**, Wageningen, v. 34, p. 245-250, 1985.
- VERZIGNASSI, J.R.; VIDA, J.B.; HOMECHIN, M. Efeito do tratamento térmico na ocorrência e na transmissão de *alternaria steviae* e *a. alternata* em sementes de *stevia rebaudiana* (bert.) bertonii. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 129-134, 1997.
- VIANNA, R.M.F.; SILVA SANTOS, A.C.K.; MENTEN, J.O.M. Termoterapia para controle de *Aternaria dauci* e *A. radicina* em sementes de cenoura (*Daucus carota* L.). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 17. n. 1, p. 20, 1991.
- VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Deterioração controlada. 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.