



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
ESPÉCIES OLERÍCOLAS

ACADÊMICA: SAMIRA DE AQUINO LEITE FIORDALISI

ORIENTADORA: PROFESSORA ROSETE PESCADOR

FLORIANÓPOLIS

2012

SAMIRA DE AQUINO LEITE FIORDALISI

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
ESPÉCIES OLERÍCOLAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Professora Rosete Pescador

Supervisora: Maristela Aparecida Dias

Florianópolis

2012/1

“Se não houver frutos, valeu a beleza das flores; se não houver flores, valeu a sombra das folhas; se não houver folhas, valeu a intenção da semente.”

Henrique de Sousa Filho (Henfil)

AGRADECIMENTOS

Agradeço...

A Deus, por ter me guiado nesta caminhada, me dando força para nunca desistir...

A minha mãe, Maria, a minha melhor amiga, a minha conselheira, o meu farol, meu porto seguro, a pessoa que mais acreditou que eu seria capaz...

Ao meu marido, William, meu amor, meu companheiro, a pessoa que escolhi e que me escolheu para construirmos um futuro juntos, por sua dedicação, paciência e amor...

A minha filha Luiza, a luz que ilumina a minha vida, o meu anjo, a minha princesa, meu presente de Deus, aquela pela qual sinto um amor que eu jamais pensei que pudesse sentir...

Ao meu pai, Salmir, que mesmo não estando entre nós, sei que, em algum lugar, sempre esteve olhando por mim, e me protegendo...

A minha irmã do coração, Janete, minha comadre, a pessoa que sempre esteve disposta a me aconselhar e me ajudar, por sua seriedade e carinho...

Aos meus amigos todos, aos que apenas passaram pela minha vida e aos que ficaram no meu coração, em especial aos colegas de curso, por tudo que vivemos, e pelas histórias que teremos para contar...

A Professora Rosete, pela atenção, amizade e carinho, por estar sempre a disposição para ajudar e pela indicação do estágio...

A professora Maristela, que em pouco tempo se tornou uma amiga querida, sempre atenciosa, dedicada, mesmo a distância sempre se mostrou disposta a ajudar...

Aos colegas do Laboratório de Sementes, pela animação, pelo clima extrovertido e democrático que paira naquele ambiente de trabalho, sempre dispostos a ajudar e tornando o meu estágio ainda mais prazeroso...

As colegas Marília (Lia) e Jenny, que além de compor a minha banca, sempre foram muito atenciosas e me ajudaram durante a execução do trabalho...

A empresa BBS Agrocenter, pela doação das sementes utilizadas no experimento...

A todos que fizeram parte desta jornada...

MUITO OBRIGADA!

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, as três pessoas que mais amo, Luiza, William e Maria.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Asteraceae	17
2.1.1 Alface	17
2.2 Brassicaceae	18
2.2.1 Repolho	18
2.3 Curcubitaceae	19
2.3.1 Melão	19
2.3.2 Abóbora	20
2.4 Solanaceae	20
2.4.1 Tomate	20
2.5 Sementes de Hortaliças	21
2.6 Produção de Sementes de Hortaliças	21
2.7 Peletização e Revestimento de Sementes	23
2.8 Desenvolvimento da Semente	24
2.9 Análise Fisiológica de Sementes de Hortaliças	25
2.10 Teste de Germinação	26
2.10.1 Germinação	26
2.11 Testes de Vigor	28
2.11.1 Teste de Primeira Contagem	29
2.11.2 Teste de Condutividade Elétrica	29
2.11.3 Teste de Envelhecimento Acelerado	30
2.11.4 Teste de Frio	31
2.11.5 Teste de Tetrazólio	33
3 JUSTIFICATIVA	35

4 OBJETIVOS	36
4.1 Geral.....	36
4.2 Específicos	36
5 MATERIAIS E MÉTODOS	37
5.1 Caracterização das Sementes	37
5.2 Determinação do Grau de Umidade da Amostra	38
5.3 Teste de Germinação.....	39
5.4 Teste de Condutividade Elétrica	40
5.5 Teste de Envelhecimento acelerado.....	41
5.6 Teste de Frio	42
5.7 Teste do Tetrazólio	42
5.8 Análise Estatística dos Dados	43
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
7. CONCLUSÃO	60
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Modelo esquemático da composição dos tecidos da semente (aquênio) de alface: Pe (pericarpo); En (endosperma); Mi (região da micrópila); E (Embrião) = Co (cotilédone) + Ee (eixo embrionário)(Nascimento, 2002)..... 17
- Figura 2. Esquema ilustrativo das fases de desenvolvimento do fruto e da semente de melão a partir da antese até a senescência do fruto (Nascimento, 2009). 19
- Figura 3. Curva de perda de viabilidade da semente (Powell, 1986). 35
- Figura 4. A- Teste de germinação de sementes de abobrinha Alicia: Amostras representando uma repetição em papel de germitest; B- Uma repetição do teste de germinação conduzido em caixa de gerbox com sementes nuas de alface Vera. C- Uma repetição do teste de germinação utilizando sementes peletizadas de repolho Bobcat. D- Rolos de papel germitest com sementes de melão, prontos para serem colocados no germinador a 25°C. 40
- Figura 5. Teste de condutividade elétrica: A- Amostras em repouso a 25 °C em germinadores. B- Amostras prontas para leitura no condutivímetro. C- Condutivímetro realizando leitura em uma das repetições. 41
- Figura 6. Comparação entre a porcentagem de plântulas normais, de melão, abobrinha e tomateiro, obtidas após os testes de germinação, envelhecimento acelerado por 48 horas a 41 °C e Teste de Frio..... 45
- Figura 7. Comparação entre a porcentagem de plântulas anormais, de melão, abobrinha e tomate, obtidas após os testes de germinação, envelhecimento acelerado por 48 horas a 41 °C e Teste de Frio..... 47
- Figura 8. Anormalidades encontradas em plântulas de Melão: A- Hipocótilo torcido, déficit de crescimento e raiz primária pouco desenvolvida. B- Plântulas com encarquilhamento do hipocótilo e da raiz primária. C- Plântulas com déficit de crescimento quando comparadas a plântulas normais. D- Plântulas sem raiz secundária e com parte aérea desproporcional a parte radicular. 48
- Figura 9. Plântulas de Abobrinha: A- Padrão de plântula normal de abobrinha. B- Plântula anormal de abobrinha, com déficit de crescimento, hipocótilo retorcido e raiz encarquilhada..... 49
- Figura 10. Vigor das plântulas de melão, verificado através da germinação em função dos testes de germinação padrão, envelhecimento acelerado e frio: (A) Plântulas de melão obtidas após quatro dias no teste de germinação padrão. (B) Padrão de plântulas de melão para serem consideradas normais após os testes de germinação, envelhecimento e frio. (C) Plântulas de melão obtidas quatro dias após o teste de

envelhecimento acelerado.(D) Plântulas de melão obtidas oito dias após o teste de envelhecimento acelerado. (E) Plântulas de melão obtidas quatro dias após o teste de frio. (F) Plântulas de melão oito dias após o teste de frio.	50
Figura 11. Percentuais de plântulas normais, de alface Roxane, Vanda, Vera, Scarlet e repolho Bobcat, obtidas após os testes de germinação padrão, envelhecimento acelerado por 24, 48 horas a 41 °C e Teste de Frio.....	52
Figura 12. Germinação de sementes submetidas ao teste de Envelhecimento acelerado: A- Plântulas de repolho cinco dias provenientes de sementes expostas a temperatura de 41°C por 24horas. B- Plântulas de repolho dez dias, provenientes de sementes submetidas temperatura de 41°C por 24horas. C- sementes de repolho dez dias expostas a temperatura de 41°C por 48horas, não germinaram e sofreram ataque de fungos. D- Sementes de repolho dez dias após serem expostas a temperatura de 41°C por 72h, não germinaram e sofreram ataque severo de fungos.	53
Figura 13. Plântulas de alface. A- Plântula de alface oriunda de sementes peletizadas. B- Plântulas de alface oriundas de sementes nuas.....	54
Figura 14. Médias em $\mu\text{Sm.cm}^{-1}.\text{g}$ das leituras de condutividade elétrica de cada espécie em função dos horários de leitura.....	56
Figura 15. Índice de perda de solutos em função dos intervalos entre as leituras.....	57
Figura 16. Porcentagem de sementes classificadas por categoria conforme o teste de tetrazólio.....	57
Figura 17. Teste de tetrazólio em abobrinha: A- Sementes viáveis, B- Sementes viáveis, mas com baixo vigor, C- Sementes inviáveis.....	59
Figura 18. Teste de Tetrazólio em sementes de melão: A e B sementes consideradas inviáveis; C- Sementes consideradas viáveis mais com baixo vigor. D e E- sementes consideradas viáveis.	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Variedades, tipo, nome comerciais, fabricante e validade de sementes de alface, pimentão, abobrinha, repolho e tomate usadas para as diferentes análises do presente trabalho.....	37
Tabela 2. Porcentagem de germinação garantida pelo fabricante antes do prazo de validade ser expirado e resumo dos testes realizados para cada cultivar.	38
Tabela 3. Características para realização do teste de germinação de cada espécie para utilizada no presente trabalho	40
Tabela 4. Teor de umidade das amostras de sementes analisadas diferentes espécies olerícola.....	44
Tabela 5. Porcentagem de plântulas normais de melão abobrinha e tomate, após realização dos testes de germinação padrão, envelhecimento acelerado e Teste de Frio.	45
Tabela 6. Percentual de plântulas anormais de abobrinha e melão, obtidas após os testes de germinação de sementes padrão, envelhecimento celerado e frio.....	47
Tabela 7. Percentual de plântulas normais de alface Roxane, Vanda, Vera, Scarlet e repolho Bobcat, após realização do teste de germinação padrão, envelhecimento acelerado com 24, 48 e 72 horas de exposição à temperatura de 41°C e teste de frio....	51

RESUMO

A busca por uma alimentação mais saudável adicionada ao aumento da população têm contribuído para o incremento na produção olerícola no Brasil. Estes consumidores além de procurar alimentos mais saudáveis, apresentam-se mais exigentes quanto à qualidade do produto ofertado. Este interesse deve ser iniciado já na fase de produção de sementes. Assim, buscam-se métodos que avaliem a qualidade fisiológica de lotes de sementes, e possibilitem o desenvolvimento de métodos que reduzam a velocidade de deterioração das sementes. O presente trabalho teve objetivo de avaliar a qualidade fisiológica de sementes de espécies olerícolas com prazo de validade, indicado pelo fabricante, expirado. Foram avaliadas, quatro cultivares de alface: Roxane, Vanda, Vera e Scarlet; uma cultivar de melão: Redondo Gaúcho; uma cultivar de abobrinha italiana: Alícia; uma cultivar de repolho: Bobcat e uma cultivar de tomate: Thomas. As sementes de melão apresentaram alto índice de germinação no teste padrão (97%), quando submetidos ao teste de envelhecimento e frio houve decréscimo significativo (74% e 67% respectivamente). As sementes de abobrinha não obtiveram bom desempenho em todos os testes realizados com médias de 13% de germinação no teste padrão, 3,5% no teste de envelhecimento acelerado e 7 % no teste de frio. A cultivar de tomate avaliada também não respondeu bem aos testes obtendo 37% de germinação no teste padrão e 11% no teste de frio. O teste de envelhecimento acelerado com 72h de exposição a temperatura de 41°C foi drástico para as sementes das cultivares alface e repolho resultando em uma taxa zero de germinação. O mesmo aconteceu quando o teste foi realizado expondo as sementes por 48h a mesma temperatura, exceto pelas sementes da cultivar de alface Scarlet, que obteve 41% de germinação. Quando o teste de envelhecimento acelerado foi aplicado pelo período 24h apenas as sementes das cultivares de alface Vera e Scarlet, e de repolho Bobcat apresentaram índices de germinação (6%, 54% e 93%, respectivamente). Todas as cultivares de folhosas analisadas apresentaram germinação após exposição ao frio, com destaque para a cultivar de repolho Bobcat que apresentou uma taxa de germinação de 95%. No teste de condutividade elétrica notou-se que a partir da segunda leitura o índice de perda de solutos se estabilizou a menos que $0,1 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$. O teste de tetrazólio confirmou que maior parte das sementes de melão estavam viáveis (75%) e quanto as sementes de abobrinha, apesar do baixo índice de germinação, o teste de tetrazólio afirmou que 87%

das sementes estavam viáveis. Chegou-se a conclusão que as sementes de melão, repolho e alface Scarlet se mantiveram vigorosa apesar de estarem com o prazo de validade expirado. As sementes das cultivares de alface Roxane, Vera e Vanda apresentaram maior fragilidade às condições de estresse apresentadas no trabalho. As sementes de abobrinha se encontram em um estado de elevada deterioração, o que pode ser explicado pelo baixo índice de germinação mesmo no teste de germinação padrão.

Palavras chaves: hortaliças, vigor, potencial fisiológico, deterioração.

1 INTRODUÇÃO

A busca por uma alimentação mais saudável em parceria com o aumento da população têm contribuído para o aumento na produção olerícola no Brasil. Segundo Camargo Filho (2010), as lavouras temporárias de hortícolas ocupam uma área equivalente a 779 mil hectares e a produção média destes alimentos chega a 17 milhões de toneladas. Dentre as culturas que mais se destacam neste cenário estão o tomate, seguido pela batata e melancia.

Os mesmos consumidores que estão procurando alimentos mais saudáveis também estão mais exigentes quanto à qualidade do produto ofertado. Desta maneira, torna-se imprescindível o desenvolvimento e aplicação de novas técnicas que garantam melhor desempenho a produção agrícola. Este interesse no melhoramento na performance da agricultura deve ser iniciado já na fase de produção de sementes.

De acordo com Marcos Filho (2005), o estabelecimento tanto da produção agrícola como hortícola geralmente é efetuado com o uso de sementes, cerca de 80% das espécies vegetais cultivadas são propagadas por sementes. A emergência rápida e uniforme e o consequente estabelecimento de estande vigoroso garantem o desempenho adequado das plantas que resultará em um alto rendimento final da cultura e em um produto de qualidade.

Segundo Nascimento *et. al.* (2005), a produção de sementes de olerícolas com alta qualidade requer técnicas especiais, visto que possuem alto valor agregado e os cuidados se estendem desde a escolha da área, preparo do solo, semeadura, colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento.

Dentro do processo de produção de sementes, a etapa de armazenamento é fundamental para o sucesso no sistema, uma vez que em condições inadequadas todo o trabalho de desenvolvimento a campo e beneficiamento pode ser perdido (Tonel *et. al.*, 2010). Após a maturidade fisiológica as sementes ingressam em um processo irreversível de deterioração resultando na diminuição do vigor que culmina na morte das mesmas. A velocidade com que esse processo ocorre está diretamente relacionada às condições da armazenagem (Marcos Filho, 2005). Para Delouche & Baskin (1973), o decréscimo do potencial de armazenamento, após a redução da velocidade de germinação, é a segunda manifestação fisiológica da deterioração. De acordo com Custódio (2005), o prévio conhecimento deste processo é de essencial importância, uma

vez que através dele têm se desenvolvido pesquisas que visam a busca de métodos que avaliem a qualidade fisiológica de lotes de sementes, bem como, possibilita o desenvolvimento de métodos que reduzam a velocidade de deterioração das sementes armazenadas.

Franzin & Roversi (2001) afirmam que a viabilidade de um lote de sementes pode ser expressa pela porcentagem de sementes vivas capazes de germinar, enquanto Peskes & Barros (1998) conceituam qualidade fisiológica da semente como a soma das características que proporcionam a semente capacidade de desempenhar funções vitais, como germinação, vigor e longevidade.

A investigação dos padrões de qualidade de uma amostra de sementes, de um determinado lote, com a intenção de estabelecer a sua qualidade é denominada análise de sementes. Esta qualidade a ser estabelecida é definida pelos parâmetros genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (Lopes & Nascimento, 2009).

O teste de germinação tem sido base fundamental para verificação da qualidade fisiológica de sementes comerciáveis (Silva *et al.*, 2008). Todavia, quando existe um alto grau de heterogeneidade entre os lotes avaliados, o teste de germinação se torna ineficaz, e muitas vezes não refletem a porcentagem de emergência a campo (Marcos Filho, 1999; Bhering *et al.*, 2000). Além de possuir outras limitações como a demora na obtenção de resultados (Custódio, 2005). Nestes casos os testes que avaliam o vigor das sementes são opções mais adequadas para distinguir lotes com diferentes níveis de qualidade (melhores ou piores), estratificando-os em níveis de vigor.

Dinalli *et al.* (2010) afirma que a taxa de germinação está ligada a capacidade da semente de originar uma plântula normal, em condições ideais de temperatura e umidade. Desta maneira, a porcentagem de germinação obtida em teste padrão de germinação expressa o máximo potencial que um lote de sementes pode oferecer, e nem sempre reflete o seu desempenho a campo.

De acordo com Bhering *et al.* (2004), a determinação do potencial fisiológico das sementes somente é consistente quando as informações fornecidas pelo testes de germinação são confirmadas pela avaliação do vigor.

Marcos Filho (1999) também descreve o vigor das sementes como o reflexo de conjunto de características que determinam a capacidade de apresentar desempenho adequado quando expostas a diferentes condições de ambiente.

Como componente essencial do programa de controle de qualidade usado em indústrias sementeiras, a avaliação do vigor de sementes tem evoluído à medida que os testes de vigor disponíveis vêm sendo melhorados, adaptados às diferentes espécies, permitindo a obtenção de resultados confiáveis e capazes de serem repetidos (Krzyzanowski *et al.*, 1999).

O presente estudo objetivou avaliar a qualidade fisiológica de espécies com prazo de validade expirado e refere-se ao relatório de estágio de conclusão de curso, exigido como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, na Universidade Federal de Santa Catarina.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Asteraceae

2.1.1 Alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma importante folhosa consumida em várias partes do mundo.

Para atender a essa demanda, o cultivo desta hortaliça no Brasil é realizado durante o ano todo, uma vez que o produto não tolera períodos prolongados de armazenamento (Nascimento, 2002).

Nascimento (2002) descreve a semente de alface como tendo embrião envolvido por endosperma, integumento e pericarpo (Figura 1). O endosperma é um tecido vivo, compreendendo aproximadamente 8% do peso seco das sementes, e fica aderido à epiderme interna do integumento. A maior parte do endosperma é constituída por uma camada de duas células, exceto na região da micrópila, onde apresenta três ou mais camadas de células. A parede celular do endosperma é espessa e apresenta várias protuberâncias. Os principais componentes da parede celular são os polissacarídeos. O endosperma é a fonte inicial de reservas para o crescimento do embrião, e suas células contêm todo o aparato para a síntese de enzimas. Entretanto, o principal tecido de reserva são os cotilédones (60-70 % do peso seco).

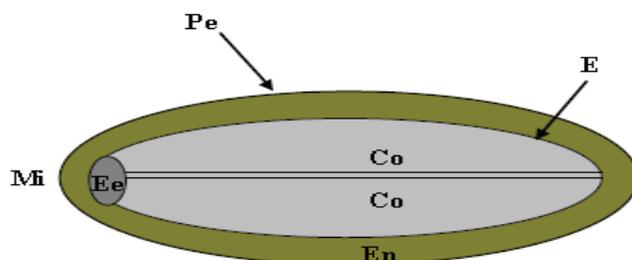


Figura 1. Modelo esquemático da composição dos tecidos da semente (aquênio) de alface: Pe (pericarpo); En (endosperma); Mi (região da micrópila); E (Embrião) = Co (cotilédone) + Ee (eixo embrionário)(Nascimento, 2002).

Nascimento & Pereira (2007) afirmam que a temperatura tem grande influência na germinação de sementes de alface, podendo ocorrer termoinibição da germinação em temperaturas acima da ótima. A temperatura ótima situa-se em torno de 20°C, e a maioria das cultivares não germina em temperaturas superiores a 30°C.

2.2 Brassicaceae

2.2.1 Repolho

O repolho (*Brassica oleraceae* var. *capitata* L.) é planta folhosa, bienal em regiões de clima temperado, consumido principalmente na forma de saladas. Em regiões de clima tropical, o repolho se apresenta como planta anual, nestes casos são chamados cultivares de verão, ou seja, são menos exigentes em frio para florescerem (Filgueira, 2008).

Em brassicaceas, as inflorescências são chamadas racemos e originam frutos denominados síliquas, que amadurecem na mesma sequência de abertura das flores, de maneira que algumas síliquas sofrem deiscência antes que outras estejam completamente maduras, dificultando assim a decisão quanto o momento ideal para a colheita (Freitas *et al.*, 2007).

No processo de produção de sementes, a colheita de sementes ocorre de acordo com a coloração da síliqua, sendo iniciada quando as síliquas estão amarelo-pálido (Silva Junior, 1987). De acordo com Pessoa *et al.* (1995) as sementes totalmente desenvolvidas apresentam coloração creme clara, e Silva & Silva (1983) afirmam que o momento ideal da colheita é quando a coloração das síliquas está em uma fase de transição entre as cores verde e marrom. Freitas *et al.* (2007), por sua vez, recomenda a colheita parcelada das síliquas para que não ocorra a deiscência e perda irreversível das sementes.

2.3 Curcubitaceae

2.3.1 Melão

O melão (*Cucumis melo* L.) é um fruto carnoso produzido por uma planta rasteira de origem asiática. Contém grande quantidade de água, cálcio, fósforo, ferro, vitaminas do complexo B e ainda vitaminas A, C e E.

No Brasil, a safra do melão ocorre de dezembro a março e de julho a setembro.

Para o melão, a idade do fruto tem efeito marcante na capacidade de germinação da semente (Dias & Nascimento, 2009).

Geralmente, quando os frutos atingem a maturidade para consumo, estão prontos também para colheita das sementes. Na figura 2, pode-se observar o esquema das fases de desenvolvimento do fruto e da semente de melão.



Figura 2. Esquema ilustrativo das fases de desenvolvimento do fruto e da semente de melão a partir da antese até a senescência do fruto (Nascimento, 2009).

2.3.2 Abóbora

Casaroli *et al.* (2006) diz que as abóboras (*Curcubita* sp.) são hortaliças de grande importância no Brasil, destacando-se pelo seu valor comercial.

O Brasil vem se mostrando bastante favorável ao cultivo de diferentes cucurbitáceas, dentre as quais se destaca a abobrinha (*Curcubita pepo* L.) (Dutra & Vieira, 2006).

A espécie possui dois tipos mais comuns no Brasil: a italiana e a do tipo menina. A abobrinha italiana (mais consumida no Brasil) possui formato alongado e cor listrada (verde claro e verde escuro). Esta hortaliça apresenta uma série de nutrientes como a niacina e vitaminas do complexo B.

As sementes de abobrinha devem ser obtidas de frutos completamente maduros, sendo este estágio indicado pela coloração típica da casca (Dias & Nascimento, 2009).

2.4 Solanaceae

2.4.1 Tomate

O tomate (*Solanum Lycopersicon* L.) é uma espécie de crescimento indeterminado e com frutos maturando em diferentes estádios. Originário das Américas Central e do Sul, era amplamente cultivado e consumido pelos povos pré-colombianos, sendo atualmente cultivado e consumido em todo o mundo.

De formato arredondado e cor vermelha, o tomate é um alimento rico em licopeno (agente anticancerígeno). Possui boa quantidade de vitaminas C, A e complexo B e de sais minerais como, por exemplo, ácido fólico, potássio e cálcio.

Barros *et al.* (2002) afirma que entre as olerícolas, o tomate se destaca pelo alto valor comercial das sementes, devendo merecer atenção especial quanto à qualidade fisiológica das sementes comercializadas.

Como as fases reprodutiva e vegetativa ocorrem simultaneamente, a qualidade das sementes de tomate podem variar em consequência da posição do fruto na planta. Para sementes de alto valor comercial, como ocorre em alguns híbridos de tomate, deve-se indicar os racimos mais produtivos (Dias & Nascimento, 2009).

2.5 Sementes de Hortaliças

A busca por mais qualidade tem assumido importante papel no competitivo mercado de sementes hortícolas. O alto custo das sementes híbridas está associado a maior qualidade que se apresenta desde seus componentes genéticos até melhor conservação pós-colheita.

Dias & Nascimento (2009) sugerem que o desenvolvimento e a maturação de sementes são aspectos importantes a serem considerados na tecnologia de produção de sementes de hortaliças, uma vez que dentre os fatores que determinam a qualidade das sementes, estão às condições de ambiente predominante nas fases de florescimento, frutificação e a colheita de sementes na época adequada. Desta forma, torna-se fundamental o conhecimento da época de maturação e os fatores envolvidos para orientação dos agricultores em especial no que se refere ao planejamento e a definição da época ideal de colheita, com vista a obtenção de sementes com maior qualidade e vigor.

2.6 Produção de Sementes de Hortaliças

Segundo Brierger & Gurgel (1942) os trabalhos tanto de melhoramento como de manutenção das qualidades de hortaliças, não diferem daqueles referentes a outras plantas. É necessário que as melhores plantas, que mais correspondam ao tipo desejado, sejam mantidas como produtoras de sementes. Na seleção destas plantas produtoras dentro de cada variedade, principalmente nas de ciclo curto, recomenda-se não escolher constantemente os indivíduos mais precoces, mas, sim, os mais tardios e que, dentro das condições de clima da região, ainda floresçam e produzam sementes. Evidentemente, deve-se tomar providências para que não haja cruzamentos livres e indesejáveis com outros tipos. Por isso, as plantas que não são típicas devem ser eliminadas antes de florescer e, além do deve-se impedir que ocorram perto outras variedades ou espécies que possam permitir um cruzamento livre.

Em se tratando de sementes híbridas, determinada espécie, como o tomateiro, tem quase sua totalidade importada de outros países. A produção de sementes das cultivares de polinização aberta plantadas no Brasil é feita por companhias

processadoras, instituições de pesquisa e por companhias de sementes (Nascimento, 2006)

Dentro de um programa de produção híbrida de sementes de hortaliças, alguns parâmetros devem ser observados. De acordo com Nascimento (2006), pode-se estabelecer uma sequência de três etapas na produção destas sementes:

- ✓ **Progenitores:** a semeadura do progenitor masculino deve ocorrer uma a duas semanas antes da do progenitor feminino, garantindo, assim, o fornecimento pleno de pólen por ocasião da abertura das flores a serem polinizadas (progenitor feminino);
- ✓ **Coleta de pólen:** O pólen deve ser coletado de flores fechadas (estádio de botão), e acondicionado em microtubos. Caso haja necessidade de armazenamento do pólen por algumas semanas, os microtubos devem ser acondicionados em recipientes de alumínio contendo sílica gel e armazenados em refrigerador a 5 °C;
- ✓ **Polinização:** Flores ainda fechadas do progenitor feminino devem ser previamente emasculadas, retirando as anteras com cuidado e com auxílio de pinça. As anteras são polinizadas manualmente, e após são etiquetadas ou recebem um corte nas sépalas para identificação dos cruzamentos e posterior colheita dos frutos polinizados.

Alguns procedimentos como as inspeções a campo frequentes, realizando a prática do “roguing” para eliminação de plantas atípicas, com sintomas de doenças transmissíveis por sementes e frutos não provenientes do cruzamento, são fundamentais para o sucesso do programa de produção de sementes.

Por ocasião da colheita, deve-se recolher apenas os frutos bem formados, completamente maduros, sem defeitos ou sinais de doenças. A extração da semente é realizada por equipamentos específicos que trituram os frutos e separam a polpa das sementes.

Algumas técnicas para evitar a fermentação das sementes são empregadas durante este período. A imersão em líquido placentário em vasilhames de plásticos ou madeira pelo período de 24 a 48 horas tem se tornado eficiente para este objetivo. Em seguida, como auxílio de produtos químicos é realizada a retirada da mucilagem e a

lavagem com água corrente. A secagem das sementes deve ser feita em estufas com passagem forçada de ar, a uma temperatura de 32°C ao início e de 42 °C ao final do processo (Nascimento, 2006).

Após o processo de extração e secagem, começa a fase de beneficiamento das sementes, visando a retirada das impurezas, resto de películas e placentas. Também tricomas e pilosidades que possam envolver o tegumento. É interessante que se faça, ainda, o tratamento com fungicidas específicos para garantir proteção contra doenças que possam ocorrer durante a fase de germinação e emergência de plântulas.

Realiza-se por fim, a avaliação da qualidade das sementes, através de análises laboratoriais com testes de germinação e vigor nos lotes de sementes a fim de determinar os lotes mais vigorosos e lançá-los ao mercado.

2.7 Peletização e Revestimento de Sementes

Segundo Franzin *et al.* (2004) o uso de técnicas que reduzam o desperdício na semeadura e no descarte de mudas é recomendado, uma vez que com a crescente modernização da produção de hortaliças e a utilização de novas técnicas e controle de qualidade tem aumentado o preço das sementes, mesmo das pequenas, que tem se tornado mais caro. Coraspe *et al.* (1993) atribuí o desenvolvimento da agricultura de precisão à disponibilidade de sementes revestidas. Desta forma, a técnica de peletização ou revestimento tem se tornado uma alternativa para o melhor aproveitamento e facilidade de manipulação de sementes miúdas durante o processo de produção de mudas.

Franzin *et al.* (2004) ainda explica que a técnica de peletização consiste no revestimento da semente com diversas camadas de material seco e inerte, oferecendo a semente um formato liso, redondo, com maior massa e também garante a semente maior resistência ao estresse do desbaste.

Embora existam estudos há bastante tempo relacionado com o uso de sementes peletizadas, os pesquisadores ainda não entram em consenso quanto aos métodos de avaliação de qualidade fisiológica destas sementes.

Franzin & Menezes (2002) atribuem o desempenho de sementes peletizadas, após tratamento, a vários fatores além da peletização, como a qualidade das sementes, as condições de realização dos testes e a composição dos péletes. Também a espessura

da camada de revestimento pode ou não afetar a permeabilidade à água e às trocas gasosas, interferindo assim na velocidade de germinação e por consequência nos resultados dos testes de vigor (Silva & Nakagawa, 1998).

Os fatores ambientais (externos) têm influência direta sobre a germinação de sementes de qualquer espécie, independente de peletização. O oxigênio, a temperatura e a disponibilidade de água são fundamentais para o sucesso na germinação.

2.8 Desenvolvimento da Semente

O desenvolvimento da semente tem início com a fertilização e envolve uma série de eventos controlados geneticamente.

Segundo Dias & Nascimento (2009), os grãos de pólen maduros ao atingirem o estigma, depois da polinização, germinam formando o tubo polínico, que atravessa o estilete e atinge o óvulo através da micrópila. Na fertilização, o óvulo consiste de uma nucela central, que contém o saco embrionário, e de um ou dois integumentos denominados primina e secundina. O óvulo é então fertilizado pelos dois núcleos espermáticos do grão de pólen. Um destes núcleos (n) se une a oosfera (n) formando o zigoto (2n), antecessor do embrião, o outro núcleo (n), por sua vez, se une aos dois núcleos polares originando um núcleo triplóide que formará o núcleo do endosperma e passará por sucessivas divisões originando o tecido de reserva da semente denominado endosperma. O zigoto também passará por divisões celulares até originar o embrião.

Em angiospermas o desenvolvimento das sementes pode ser dividido em três etapas (Dure III, 1975): a primeira etapa resultante das divisões celulares que predominam após a fase de fertilização é precedida por uma translocação intensa de água que promove o alongamento celular, esta etapa é denominada crescimento celular ou histodiferenciação. Na segunda etapa, conhecida como deposição de reservas, ocorre o acúmulo de carboidratos, proteínas e lipídeos no endosperma e/ou embrião e translocados para as partes vegetais das plantas. Quando a acumulação de reservas chega ao seu nível máximo encerra-se o processo de translocação de assimilados da planta para a semente e inicia-se a fase final de maturação (etapa de dessecação) quando as sementes perdem água sem que ocorram acréscimos significativos na massa de

matéria seca, ou seja, ocorre a secagem das sementes ainda ligadas à planta mãe. Esta fase tem intensidade diferente em diferentes espécies.

Dias & Nascimento (2009) explicam a formação do tegumento como sendo um processo que ocorre simultaneamente à formação do embrião e do endosperma, as células dos integumentos se diferenciam formando o tegumento da semente. O óvulo, então, perde água para o ambiente e o tegumento se esclerifica e morre. A composição dessa estrutura envoltória da semente depende especificamente das características do óvulo e das modificações sofridas durante diferenciação.

2.9 Análise Fisiológica de Sementes de Hortaliças

Para Marcos Filho & Novembre (2009), a conceituação de “qualidade de sementes” tem se modificado à medida que o conhecimento sobre o assunto vem progredindo. Os autores ressaltam a importância da ação de um conjunto de características para determinar o nível de desempenho de um lote de sementes. Desta forma, a expressão “qualidade de sementes” deve ser empregada para refletir o valor global de um lote de sementes para atender o principal objetivo de sua utilização que é o estabelecimento de um estande.

De acordo com Marcos Filho (1999) o potencial de desempenho das sementes somente pode ser estabelecido de maneira consistente, quando é considerada, em conjunto, atributos de natureza genética, física, fisiológica e sanitária.

Os componentes da qualidade de sementes podem ser agrupados em três categorias (Hampton, 2002): descrição (pureza física, pureza genética, uniformidade de tamanho e forma, e peso); higiene (índice de contaminação por espécies silvestres e sanidade) e potencial de desempenho (germinação, vigor, grau de umidade, porcentagem e uniformidade de emergência de plântulas e armazenabilidade).

Todos os atributos que expressam a qualidade das sementes possuem importância equivalente, entretanto, os aspectos fisiológicos têm recebido maior atenção, uma vez que, o estabelecimento do estande e o início do desenvolvimento de uma lavoura são os primeiros indicadores do desempenho da semente após a semeadura, sob o ponto de vista do produtor rural.

2.10 Teste de Germinação

Os objetivos principais do teste de germinação baseiam-se na obtenção de informações para determinar o potencial máximo de uma amostra de sementes germinar sob condições ótimas de ambiente e na comparação de diferentes lotes que apresentarem (Marcos Filho, 2005; BRASIL, 2009).

No Brasil, sua condução segue instruções determinadas pelo Ministério da Agricultura através das Regras de Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), e a interpretação do teste é feita de acordo com o desenvolvimento das estruturas das plântulas.

Portanto, a percentagem de germinação, conseguida no teste, equivale a percentagem de sementes que originaram plântulas normais sob condições e limites de tempo estabelecidos pelas Regras de Análises de Sementes. Condições estas que são consideradas ótimas para a espécie avaliada e proporcionando a máxima germinação da amostra analisada (Marcos Filho, 2005).

Ainda Marcos Filho (2005) afirma que as condições apropriadas referem-se à disponibilidade de água e aeração, temperatura, luminosidade, características do substrato e equipamentos que garantam o processo de germinação.

Todavia, ainda que os resultados obtidos em laboratório apresentem alto grau de confiabilidade, sendo repetido a campo, quando as condições ambientais se desviam das adequadas, o percentual de emergência de plântulas pode ser comprometido.

2.10.1 Germinação

Marcos Filho (1986) definiu a germinação como a retomada do crescimento do embrião que originará uma plântula. Este processo envolve uma sequência de atividades metabólicas a partir da embebição. Não existe consenso sobre o término do processo de germinação. Para os pesquisadores de fisiologia no âmbito botânico, a germinação termina com a emissão da raiz primária (que se origina da radícula do embrião), ao passo que os tecnólogos de sementes defendem que as informações obtidas pelo teste de germinação devem oferecer garantia de sucesso após semeadura a campo. Desta forma, como apenas a emissão da raiz primária não garante o estabelecimento da plântula a campo, no conceito tecnológico de germinação a derradeira sequência do

processo de germinação inclui o desenvolvimento da estrutura embrionária e a formação de uma plântula com suas partes constituintes evidentes.

Ainda que volumosas, as informações disponíveis sobre o processo de germinação, são insuficientes para caracterizá-lo perfeitamente (Marcos Filho, 2005). Kramer & Kolowski (1960) citado por Marcos Filho (2005) propuseram a seguinte sequência de eventos durante a germinação: Ocorre a Hidratação e absorção de água; hidratação dos tecidos; absorção de oxigênio; intensificação das atividades enzimáticas e de digestão; início da multiplicação e crescimento celular, diferenciação celular, intensificação da respiração e da assimilação; intensificação do crescimento celular; diferenciação celular; aumento do conteúdo de açúcares redutores e emergência de plântulas.

A água é elemento fundamental para o metabolismo celular durante a germinação, pois auxilia na atividade enzimática, é necessária na solubilização, transporte de reservas, e como reagente em si, principalmente na digestão hidrolítica das substâncias de reserva armazenadas na semente.

Diversos fatores intrínsecos e extrínsecos podem afetar a velocidade, a percentagem e a uniformidade de germinação de uma amostra de sementes. A longevidade (período de tempo em que a semente se mantém viva sob condições ideais); o grau de maturidade; a dormência; a sanidade e o genótipo podem ser incluídos no primeiro grupo, enquanto a disponibilidade de água; a temperatura; o oxigênio; a luz; uso de promotores químicos são classificados como fatores externos de interferência na germinação.

A temperatura e a umidade são as variáveis que mais afetam a germinação total, a velocidade de germinação, a velocidade de absorção de água e as reações bioquímicas (Carvalho & Nakagawa, 1988).

Marcos Filho (2005) considera como fatores intrínsecos que afetam a germinação a vitalidade e viabilidade das sementes, e esclarece que vitalidade se refere ao estado do organismo que tem vida e, conseqüentemente, constitui condição essencial para germinar. Viabilidade, por sua vez, está relacionada não só com a presença de vida na semente como também com a existência de estruturas completamente desenvolvidas, capazes de originar plântulas normais e sem interferência de mecanismos de bloqueio à germinação, por este motivo, as sementes dormentes são classificadas como sementes vivas, porém não viáveis.

2.11 Testes de Vigor

Muitos testes são descritos na literatura como eficazes na avaliação do vigor de sementes. Alguns deste podem ser realizados juntamente com o teste de germinação.

Segundo a Associação Oficial de Análise de Sementes (AOSA, 1983), os testes de vigor constituem índices de qualidade fisiológica mais sensíveis que o teste de germinação e qualquer evento do processo de deterioração, antecedente da perda total da viabilidade, pode servir de fundamento para o desenvolvimento de um teste de vigor.

Os testes de vigor disponíveis incluem tanto os que visam avaliar direta ou indiretamente o estado atual da semente e relacioná-los com o desempenho no armazenamento e após a semeadura como os que procuram verificar a respostas das sementes a condições de estresse (Marcos Filho, 1999).

Ainda Marcos Filho (1999), classifica os testes de Tetrazólio, Condutividade Elétrica, Respiração, Classificação de Vigor de Plântulas como pertencente ao grupo dos testes que avaliam diretamente o vigor de sementes. Enquanto, os testes de Frio, Germinação a Baixas Temperaturas, Imersão em Solução Tóxica, Envelhecimento Acelerado e Deterioração Controlada que por envolverem o condicionamento das sementes sob estresse são incluídos no grupo que avalia indiretamente o potencial fisiológico da semente.

Duas abordagens são predominantes na condução desses testes. Marcos Filho (2009) diz que na primeira é avaliada a resposta das sementes a determinada condição de estresse, nesse caso, o nível de vigor é identificado pela germinação das sementes após a exposição ao estresse. Na segunda abordagem é determinado o estado metabólico atual da semente (*per se*), este pode ser avaliado diretamente, por meio das avaliações de comprimento de plântulas ou de algumas de suas partes, da massa de matéria seca de plântulas ou indiretamente, por meio do estabelecimento de relações entre a atividade de enzimas específicas ou da integridade das membranas celulares (condutividade elétrica, lixiviação de potássio, de açúcares) e o vigor de sementes.

A intensidade de resposta aos testes é muito variável, de acordo com o histórico dos lotes. Delouche & Baskin (1973), afirmam que a deterioração pode ser acelerada suave ou drasticamente em função da situação em que as sementes permaneceram expostas durante a maturação, a colheita e beneficiamento.

Apesar de estudos terem demonstrado importância fundamental na rotina de análises laboratoriais de sementes, esses teste ainda têm muito o que evoluir, de modo a participarem efetivamente nos programas de controle de qualidade da indústria de sementes (Kryzanowski *et al.*, 1991). A padronização de procedimentos ainda constitui um desafio aos pesquisadores (Marcos Filho, 2009).

2.11.1 Teste de Primeira Contagem

Bhering *et al.* (2003) afirma que a primeira contagem nos teste de germinação pode ser usado como teste de vigor, isto porque à medida que a deterioração das sementes avança, inversamente, a velocidade de germinação é reduzida.

Segundo Martinelli-Seneme *et al.* (2004) o teste de primeira contagem mede a energia germinativa da semente, permitindo avaliar o vigor de um lote de sementes pelo índice de velocidade de germinação ou pela precocidade na emissão de raiz primária.

Este é um teste de fácil realização, pois é executado junto com o teste de germinação, entretanto, pode não ser muito sensível a pequenas diferenças de vigor em lotes.

2.11.2 Teste de Condutividade Elétrica

Este teste tem a função de avaliar indiretamente a concentração de eletrólitos liberados pelas sementes durante um período de embebição de no máximo 24 horas. Entretanto, nas seis primeiras horas de realização do teste são liberados cerca de 75% do total lixiviado (Sá, 1999).

Vieira & Kryzanowski (1999) afirmam que a organização das membranas celulares sofre alterações em função do desenvolvimento das sementes até atingir a maturidade fisiológica, da dessecação antes da colheita e da embebição de água antecedente a germinação. Desta forma, depois da maturidade fisiológica, a semente atinge uma condição de baixo grau de umidade, o qual é variável em função das condições ambientais, especialmente da umidade relativa do ar. Por isso, na secagem das sementes, as membranas celulares sofrem um processo de desorganização estrutural, e quanto menor o teor de umidade da semente, maior a desorganização celular,

perdendo assim sua integridade. As membranas mal estruturadas, desorganizadas e danificadas por insetos, mecanicamente ou por ação de armazenamento prolongado estão, geralmente associadas ao processo de deterioração da semente e por consequência, reduz o vigor da semente. Os autores concluíram assim que a integridade das membranas celulares, variável em função do grau de alterações bioquímicas deteriorativas e/ou danos físicos, pode ser considerada como fundamental causa de alterações do nível de vigor de uma semente, o qual pode ser diretamente avaliado levando em conta as determinações de condutividade elétrica na solução de embebição de sementes.

Assim, considera-se o vigor das sementes inversamente proporcional à leitura da condutividade elétrica (Vieira, 1994; Vieira & Krzyzanowski, 1999).

O efeito da temperatura em que as amostras ficam expostas no intervalado entre as leituras, se manifesta, basicamente, sobre a quantidade e velocidade de liberação de exsudados durante a embebição (Dutra & Vieira, 2006).

De acordo com Marcos Filho & Novembre (2009), este teste baseia-se no princípio de que as sementes com menor vigor apresentam menor velocidade de restabelecimento da integridade das membranas celulares durante a embebição, apresentando, em consequência, liberação mais acentuada de solutos para o meio exterior. A perda de líquidos inclui açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e íons inorgânicos (K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , Mn^{+2}).

2.11.3 Teste de Envelhecimento Acelerado

Vieira & Carvalho (1994) consideram o teste de envelhecimento acelerado um dos testes mais utilizados para a avaliação do vigor. Este teste foi desenvolvido por Delouch em 1965 com sementes de trevo e festuca. Este pesquisador levou em conta a informações obtidas por Crocker & Graves anos antes, em 1915, estes por sua vez haviam concluído que a morte das sementes durante o armazenamento era causada pela coagulação das proteínas e que a elevação da temperatura acelerava o processo. Desta maneira o teste de envelhecimento acelerado baseia-se no aumento da deterioração das sementes, quando expostas a condições adversas de alta temperatura e umidade relativa (Martinelli-Seneme *et al.*, 2004).

Marcos Filho (1999) descreve a sequência de eventos que ocorrem com as sementes após sua exposição à temperatura e umidade elevadas. Ocorrem sérias alterações degenerativas no metabolismo da semente, tais como a desnaturação de proteínas, queda nos teores de carboidratos totais, carboidratos solúveis, proteínas solúveis e de fosfatos, aumento dos teores de açúcares redutores e ácidos graxos livres, desestabilização da atividade de enzimas e da síntese de RNA e de proteínas, perda de integridade do sistema de membranas celulares, causadas principalmente pela peroxidação de lipídeos. O autor também atribuiu ao aumento de temperatura e umidade os danos às membranas dos mitocôndrios que promovem o decréscimo da respiração aeróbica e da produção de ATP, que são fatores que indicam a intensidade da respiração e da disponibilidade de energia para o processo de germinação.

Delouche (1965) também sugeriu que testes de germinação realizados depois de exposição a altas temperaturas úmidas relativas poderiam gerar informações úteis a respeito da longevidade das sementes e potencial de armazenamento.

Para Bhering *et al.* (2003) a interação entre temperatura e tempo de exposição das sementes são os fatores mais importantes para eficiência do teste. Todavia, não existe um consenso quanto ao tempo e temperatura que sementes de espécies olerícolas devem ser expostas durante o teste de envelhecimento acelerado. Muitos trabalhos estão sendo feitos para estabelecer metodologias eficazes. Para algumas culturas existem recomendações originadas de trabalhos em que se obteve sucesso de germinação e emergência a campo após determinado método de envelhecimento acelerado.

2.11.4 Teste de Frio

Este é, provavelmente, um dos testes mais estudados, principalmente porque é usado para avaliar a antecipação da colheita do milho nos Estados Unidos. Lá esta espécie é semeada na primavera, nesta época os solos são excessivamente úmidos e com baixa temperatura, aumentando a incidência de organismos patogênicos. Essas condições favorecem o risco de se obterem baixa emergência a campo.

A capacidade da semente germinar em solos úmidos e frios é afetada pela herança genética, pela incidência de danos mecânicos, pelo tratamento utilizado e pelas condições fisiológicas da semente (Isely, 1950 citado por Barros *et al.*, 1999).

De acordo com Medina & Marcos Filho (1990) apesar do teste de frio ser considerado um dos mais importantes na avaliação do vigor de sementes, o principal entrave a padronização do teste de frio é a dificuldade de obtenção e manutenção de solo com população de microrganismos e características físico-químicas uniformes.

Marcos Filho & Novembre (2009) afirmam que o teste de frio não tem sido empregado com frequência para sementes de hortaliças. Talvez pelo fato que essas sementes serem comumente semeadas em bandejas, em viveiros de mudas, com substrato comercial, o que dá certa garantia quanto a ausência de patógenos. Apesar de existirem diversos trabalhos empregando este teste de frio para avaliação da qualidade fisiológica com sementes de outras espécies, os estudos com relação aos aspectos metodológicos e sua utilização, se concentram com sementes de milho (Barros *et al.*, 1999).

Este teste procura avaliar a resposta de amostras de sementes submetidas à combinação de baixa temperatura, alto grau de umidade do substrato e, se possível, agentes patogênicos (Marcos Filho, 2005). Dois tipos de estresse predominam no teste, uma vez que a temperatura subótima incentiva a perda de solutos celulares, devido à configuração do sistema de membranas, enquanto a atividade de microrganismos exerce efeito prejudicial ao desempenho das sementes. Segundo este mesmo autor, o vigor é diretamente proporcional ao grau de sobrevivência das sementes expostas a essas condições, com isso, tenta-se estimar o comportamento de lotes de sementes quando ocorre redução da temperatura, acompanhada pela elevação da disponibilidade de água, na época de instalação da cultura.

A metodologia tradicional indica a semeadura das amostras em substrato composto de uma mistura de terra e areia, preferencialmente da área onde a cultura será implantada. Esta mistura deve ser mantida em ambiente com temperatura ajustada para 10°C durante um período de 7 dias. Após este período as sementes são colocadas para germinar em germinadores apropriados com temperatura regulada para a germinação da espécie. Como existe muita dificuldade para a padronização do procedimento Loeffler *et al.* (1985), propuseram uma alternativa que consiste na semeadura das amostras em rolos de papel-toalha, da mesma forma recomendada para o teste de germinação (Marcos Filho & Novembre, 2009). Os rolos passam então pelo mesmo procedimento de frio e em seguida, são levados ao germinador regulado.

De acordo com estes mesmos autores, a simplicidade, os efeitos menos drásticos às sementes, a sensibilidade a diferenças de vigor das sementes e a possibilidade de padronização são incentivos à utilização desse procedimento.

2.11.5 Teste de Tetrazólio

Lima *et al.* (2007) afirma que lotes de sementes são considerados valiosos quando apresentam alta porcentagem de viabilidade.

Este teste tem se mostrado como uma alternativa interessante pela qualidade e rapidez na determinação da viabilidade e do vigor da semente, permitindo obter resultados, de modo geral, em menos de 24 horas (Delouche *et al.*, 1976; França Neto *et al.*, 1988; Barros *et al.*, 2005)

Delouch *et al.* (1976) explica que o teste de tetrazólio baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases, particularmente a desidrogenase do ácido málico, que reduz o sal 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio nos tecidos vivos da semente, onde íons de hidrogênio são transferidos para o referido sal. Quando a semente é imersa na solução de tetrazólio, esta se difunde através dos tecidos ocorrendo, nas células vivas, a reação de redução, resultando na formação de um composto vermelho, não difusível, conhecido como trifenilformazan, indicando haver atividade respiratória nas mitocôndrias e,consequentemente, que o tecido é viável, ou seja, vivo. Tecidos mortos (não viáveis) não reagem com a solução conservando sua cor natural. Os tecido com coloração vermelho intensa também são considerados inviáveis, entretanto, nesses caso a coloração vermelha intensa se dá por conta da redução do sal com os íons de hidrogênios liberados na deterioração das membranas celulares, por isto, conferindo a coloração mais intensa.

Segundo Lima *et al.* (2007) esse teste não precisa ser interpretado imediatamente, em caso de necessidade sua avaliação pode ser deixada para o dia seguinte, desde que as sementes sejam lavadas, mantidas em baixa temperatura no escuro.

Barros et al. 2005 descreve diversos fatores que podem interferir na obtenção de resultados satisfatórios no teste de tetrazólio, principalmente aqueles relacionados à metodologia de execução como, por exemplo, o preparo das sementes antes da

coloração. Para facilitar a penetração da solução de tetrazólio o pré condicionamento das sementes (umedecimento) e o corte são necessários para algumas espécies (BRASIL, 2009). Nesta etapa, o autor afirma que o período de tempo e a temperatura empregada para o pré-condicionamento são fatores importantes, pois uma pré-embebição inadequada pode comprometer a penetração do sal nos tecidos e consequente coloração.

O tempo necessário para a coloração varia de espécie, até mesmo dentro de um lote de sementes algumas colorem primeiro que outras.

3 JUSTIFICATIVA

Powell (1986) afirma que a queda da viabilidade de uma população de sementes segue uma curva sigmóide. Este autor atribuiu três fases o processo de queda de viabilidade após a maturidade fisiológica (Figura 3). Na fase 1, mais longa, as sementes mantêm alto poder germinativo e poucas morrem. Na fase 2, começa um declínio rápido da germinação e na fase 3 poucas sementes permanecem vivas. Mesmo que as sementes individuais de uma mesmo lote estejam em diferentes posições desta mesma curva, ou seja, em diferentes estágios de deterioração, a germinação dos lotes comerciáveis decresce, no máximo, até atingir o ponto de início de declínio acentuado.

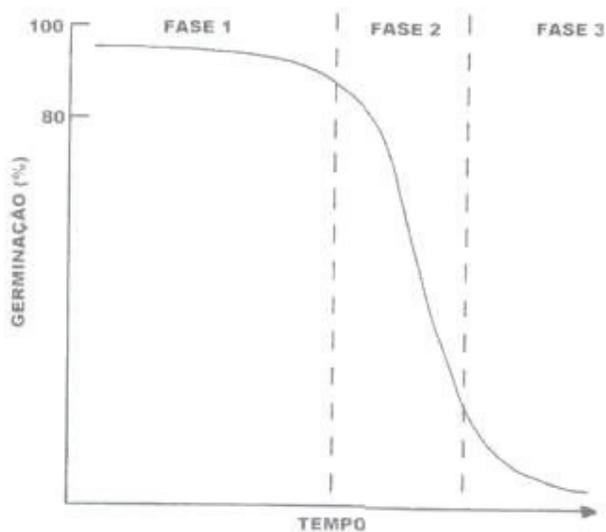


Figura 3. Curva de perda de viabilidade da semente (Powell, 1986).

Diante desta informação, surgiu o interesse de realizar um trabalho com o objetivo de avaliar o grau de redução na taxa de germinação em espécies olerícolas com um tempo de armazenamento maior do que o considerado ideal pelo prazo de validade indicado pelo fabricante, e em um segundo momento, avaliar o potencial fisiológico destas sementes através de testes de vigor. Foram escolhidas espécies representantes de quatro famílias botânicas de grande importância no cenário hortícola brasileiro, a fim de se obter dados que possam determinar o comportamento fisiológico destas sementes ao armazenamento.

4 OBJETIVOS

4.1 Geral

Avaliar a qualidade fisiológica (germinação e vigor) de sementes de oito cultivares de cinco espécies olerícolas (duas cultivares de alface crespa, dois cultivares de alface roxa, um cultivar de repolho, um cultivar de melão, um cultivar de abobrinha italiana e uma cultivar de tomate) com prazo de validade indicado pelo fabricante expirado através de diferentes testes, visando estabelecer o novo percentual de germinação.

4.2 Específicos

- ✓ Avaliar o vigor das sementes de repolho, alfaces crespa e roxa peletizadas através do teste de envelhecimento acelerado em diferentes tempos de exposição;
- ✓ Avaliar a eficiência do teste de tetrazólio para indicar a viabilidade e o vigor de sementes de abobrinha e melão;
- ✓ Avaliar o vigor de sementes de melão, abobrinha, tomate, alfaces e repolho com através dos testes de envelhecimento acelerado, de frio e condutividade elétrica.
- ✓ Comparar as percentagens de germinação obtidas após os testes de vigor com o teste de germinação padrão.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, localizado no bairro Itacorubi, município de Florianópolis.

5.1 Caracterização das Sementes

As sementes utilizadas no experimento foram doadas gentilmente pela empresa BBS Agro Center. Tratavam-se de sementes com o prazo de validade indicado pelo fabricante expirado. Sendo representantes de quatro cultivares de alface (*Lactuca sativa*), uma de melão (*Cucumis melo*), uma de abobrinha (*Curcubita pepo*), uma de repolho (*Brassica oleracea var. capitata*) e uma de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Na Tabela 1 encontra-se a descrição das sementes utilizadas no trabalho. Durante a execução das análises, as sementes não utilizadas foram mantidas em suas embalagens originais, fechadas a temperatura ambiente de laboratório (± 22 °C).

Tabela 1. Variedades, tipo, nome comerciais, fabricante e validade de sementes de alface, pimentão, abobrinha, repolho e tomate usadas para as diferentes análises do presente trabalho.

Espécie	Nome científico	Variedade	Tipo de semente	Nome comercial	Fabricante	Validade**
Alface	<i>Lactuca sativa</i> L.	Crespa	Revestida	Vanda	Sakata	ago/11
Alface	<i>Lactuca sativa</i> L.	Crespa	Nua	Vera	Sakata	dez/10
Alface	<i>Lactuca sativa</i> L.	Roxa	Revestida	Roxane	Sakata	mai/10
Alface	<i>Lactuca sativa</i> L.	Roxa	Revestida	Scarlet	Sakata	mar/13*
Melão	<i>Cucumis melo</i> L.		Nua	Gaúcho	Sakata	jul/10
Abobrinha	<i>Curcubita pepo</i> L.		Nua	Alícia	Sakata	nov/11
Repolho	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i>		Revestida	Bobcat	Sakata	set/10
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.		Nua	Thomas	Syngenta	mai/05

* Embora não apresentassem o prazo de validade expirado, esta cultivar apresentou falhas na emergência a campo, teste realizado pela empresa, sendo rejeitada para o comércio, por isso, também foi usada nos testes de análise de vigor.

** O presente estudo foi realizado no primeiro semestre de 2012, portanto, exceto a cultivar de alface Scarlet, todas as sementes estavam com prazo de validade expirado.

Tabela 2. Porcentagem de germinação garantida pelo fabricante antes do prazo de validade ser expirado e resumo dos testes realizados para cada cultivar.

Nome comercial	% de germinação indicada pelo fabricante	Germinação	Envelhecimento Acelerado			Frio	Condutividade Elétrica	Tetrazólio
			24h	48h	72h			
Scarlet	93	sim	sim	sim	sim	sim	não	não
Roxane	92	sim	sim	sim	sim	sim	não	não
Vera	85	sim	sim	sim	sim	sim	sim	não
Vanda	96	sim	sim	sim	sim	sim	não	não
Gaucho	90	sim	não	sim	não	sim	sim	sim
Alicia	93	sim	não	sim	não	sim	sim	sim
Bobcat	90	sim	sim	sim	sim	sim	não	não
Thomas	88	sim	não	sim	não	sim	sim	não

5.2 Determinação do Grau de Umidade da Amostra

Foram usadas duas repetições de $4,5g \pm 0,5g$ de sementes de cada cultivar em estudo. As amostras foram colocadas em cápsulas de alumínio, previamente pesadas e taradas, com diâmetro de 5-8 cm e levadas à estufa à $105^{\circ}C \pm 3^{\circ}C$ por 24 horas (BRASIL, 2009).

Após término deste período, as cápsulas foram retiradas da estufa, fechadas com suas respectivas tampas e colocadas em dessecador, por 15 minutos, para diminuição da temperatura. Depois de resfriadas, as amostras foram novamente pesadas e os valores obtidos, colocados na fórmula para o cálculo do teor de umidade.

$$\% \text{ de umidade (U)} = 100(P-p)/(P-t)$$

Onde:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente

Úmida (g);

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente

seca (g);

t = tara, peso do recipiente com sua tampa (g).

5.3 Teste de Germinação

Para determinar a qualidade fisiológica inicial das sementes, foi realizado teste de germinação conforme o proposto pelas Regras para Análise de Sementes (RAS), o qual a execução encontra-se ilustrada na Figura 4. As especificidades do teste de germinação para cada espécie estudada podem ser observadas na tabela 2. O volume de água utilizado para umedecer o substrato foi equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Após a montagem das repetições as sementes foram levadas aos germinadores regulados as temperaturas recomendadas para cada espécie conforme a Tabela 2. No decorrer dos testes foram realizadas duas contagens, sendo contabilizadas as plântulas normais e anormais. Consideraram-se plântulas normais aquelas que já apresentavam sistema radicular e parte aérea bem desenvolvido e uniforme, de acordo com as indicações do RAS. E plântulas anormais aquelas que emitiram a radícula, mas que apresentavam alguma anomalia na parte aérea e radicular durante o desenvolvimento, ou as que não apresentavam o desenvolvimento uniforme. As categorias utilizadas para classificar as anormalidades foram: Plântulas sem raiz primária e com raízes secundárias pouco desenvolvidas; com hipocótilo curto e grosso ou torcido e curvado sobre si mesmo; com raízes secundárias fracas; sem cotilédones; que apresentavam epicótilo torcido ou curvado e com cotilédones apodrecidos.

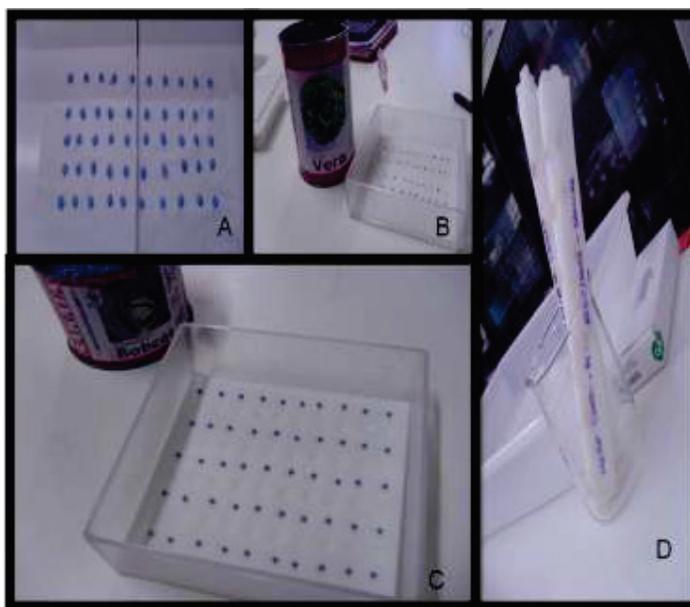


Figura 4. A- Teste de germinação de sementes de abobrinha Alícia: Amostras representando uma repetição em papel de germitest; B- Uma repetição do teste de germinação conduzido em caixa de gerbox com sementes nuas de alfaca Vera. C- Uma repetição do teste de germinação utilizando sementes pelotizadas de repolho Bobcat. D- Rolos de papel germitest com sementes de melão, prontos para serem colocados no germinador a 25°C.

Tabela 3. Características para realização do teste de germinação de cada espécie para utilizada no presente trabalho

Espécie	Repetições	Substrato	Temperatura	1 ^a	2 ^a
				contagem	contagem
Alface	4 x 50	SP*	20°C	4 dias	7 dias
Melão	4 x 50	RP**	25°C	4 dias	8 dias
Abobrinha	4 x 50	RP	25°C	4 dias	8 dias
Repolho	4 x 50	SP	20°C	5 dias	10 dias
Tomate	4 x 50	SP	20° C-30°C	5 dias	14 dias

5.4 Teste de Condutividade Elétrica

Para o teste de condutividade elétrica foram utilizadas apenas as sementes nuas, ou seja, as sementes desprovidas de revestimento. Deste modo, as cultivares submetidas ao teste foram: abobrinha ‘Alícia’, alfaca ‘Vera’, melão ‘Redondo Gaúcho’ e tomate ‘Thomas’. O experimento foi conduzido inteiramente ao acaso com quatro

repetições de 50 sementes de cada cultivar avaliada. As sementes foram pesadas em balança de precisão de 0,01g e colocadas em copos de plástico descartável (200 ml), exceto as sementes de alface Vera que devido ao tamanho diminuto da semente, foram pesadas quatro repetições de 5g. Em seguida, foi adicionado a cada repetição 75 ml de água destilada e com o auxílio de um condutivímetro foi feita a leitura das amostras nos tempos 0, 2, 4, 6, 8 e 24, os resultados foram expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de semente (Vieira, 1994). Antes do começo do teste o aparelho foi calibrado em uma solução própria de KCl por 30 minutos. Após a leitura de cada repetição o eletrodo era lavado com água destilada, para retirada de resíduos. Nos intervalos de tempo entre as leituras as amostras eram acondicionadas em germinadores a uma temperatura de 25°C (Figura 5).



Figura 5. Teste de condutividade elétrica: A- Amostras em repouso a 25 °C em germinadores. B- Amostras prontas para leitura no condutivímetro. C- Condutivímetro realizando leitura em uma das repetições.

5.5 Teste de Envelhecimento acelerado

O teste foi conduzido em caixas plásticas tipo “gerbox” modificada (mini-câmara), contendo 40 mL de água destilada. Nas caixas foram colocadas aproximadamente 200 sementes de cada espécie sobre uma tela metálica acoplada na caixa. As caixas foram mantidas em estufa a 41°C por 48 horas para sementes melão, abobrinha e tomate e por 24, 48 e 72 horas para sementes de alface e repolho conforme

descrito por Marcos Filho (1999), Torres & Minami (2000), Muniz et. al. (2004), Casaroli et. al. (2006), Nascimento & Pereira (2007), Tonel et. al. (2010) e Santos et. al. (2011). Em seguida, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente, sendo contabilizadas as plântulas normais e anormais.

5.6 Teste de Frio

Quatro repetições de 50 sementes de cada espécie foram dispostas em papel umedecido nas mesmas condições indicadas para o teste de germinação. Em seguida as repetições foram mantidas em geladeira sob temperatura de 10°C, durante 48 horas. Após esse período as amostras foram retiradas da geladeira e transferidas para germinadores com temperatura indicada para germinação de cada espécie (Tabela 2).

5.7 Teste do Tetrazólio

O teste de tetrazólio foi realizado nas sementes de abobrinha e melão. Para estabelecimento do método foram realizados testes preliminares adaptando os métodos descritos por Barros et. al. (2005) e Lima et. al. (2007). Para retirada do tegumento e película que envolve o embrião, foi testado o pré-condicionamento das sementes por 18h, 24h e 48h em água destilada a 20°C para sementes de melão e a 25°C para sementes de abobrinha. Também foram testados três tempos de coloração, 45 minutos, 1 hora e 24 horas. Após a realização destes pré-testes foi selecionada a metodologia mais eficaz para cada espécie para a realização do teste do tetrazólio.

Para o teste com sementes de melão, quatro repetições representadas por 25 sementes foram pré-condicionadas por 48h, em seguida as sementes foram cortadas, com auxílio de um bisturi, na extremidade distal e lateralmente para a retirada do tegumento e fina película que envolve o embrião. A seguir cada repetição foi colocada em béquer de 80 ml envolvidos em papel laminado, para manter as sementes no escuro, com 50 ml de solução de 2,3,5- trifeniltetrazólio cloreto a 1%. Estas sementes permaneceram na solução por uma hora a 25°C. Após este período, as sementes foram retiradas da solução, lavadas e mantidas úmidas em placas de Petri para análise visual.

Na análise as sementes foram abertas longitudinalmente e classificadas conforme sua coloração em viáveis, viáveis com baixo vigor e inviáveis.

Para o teste com sementes de abobrinha, quatro repetições de 25 sementes foram pré-condicionadas por 24h a 25°C, em seguida foram dessecadas conforme as sementes de melão para retirada do tegumento e película envolvente do embrião. Os procedimentos para coloração das sementes com tetrazólio foram semelhantes aos realizados com melão, entretanto, as sementes permaneceram na solução de 1% de tetrazólio por 45 minutos a uma temperatura de 30°C. Após este período a solução foi removida e as sementes lavadas, cortadas e classificadas de modo semelhante ao realizado para sementes de melão.

5.8 Análise Estatística dos Dados

Os dados foram submetidos à ANOVA. Variáveis com significância $P \leq 0,05$ foram submetidas ao teste de separação de médias *Dunnett*, onde foram comparadas as médias dos testes de envelhecimento acelerado e frio com as médias do teste de germinação, este último, considerado a testemunha do experimento. As análises foram realizadas com o apoio do programa estatístico Assistat e os gráficos com auxílio do programa Microsoft Excel 2010.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os percentuais de umidade das amostras de sementes de trabalho podem ser observados na Tabela 3. Em geral observaram-se baixos teores de água nas sementes, uma característica importante na manutenção da viabilidade e vigor de sementes de hortaliças durante o armazenamento.

Tabela 4. Teor de umidade das amostras de sementes analisadas diferentes espécies olerícola.

Teor de Umidade das Amostras							
Melão	Abobrinha	Tomate	Roxane	Vanda	Vera	Scarlet	Bobcat
5%	7%	13%	2%	7%	5%	4%	4%

Ocorreu diminuição significativa na porcentagem de plântulas normais, de melão e tomate oriundas da germinação e após a realização do teste de envelhecimento acelerado e teste de frio em comparação ao teste de germinação padrão (Tabela 4). A porcentagem de germinação de plântulas normais de abobrinha não diferiu significativamente entre os tratamentos, entretanto, manteve-se baixa em todas as análises realizadas. A baixa temperatura a qual foi submetida às sementes de melão durante o teste de frio refletiu estatisticamente o mesmo efeito que as altas temperaturas do teste de envelhecimento acelerado. O mesmo pôde ser observado nas sementes de tomateiro (Figura 6).

Apesar de Silva *et al.* (2008) afirmar que o teste de envelhecimento acelerado a 41°C/48h, obtiveram resultados que se mostraram eficiente ao avaliar o vigor de sementes de tomateiro. No presente trabalho, este período de tempo se mostrou excessivamente drástico para a avaliação do vigor de sementes de tomate, pois quando submetidas a um período de exposição de 48h a 41 °C reduziu-se a zero a taxa de germinação destas sementes. Panobianco & Marcos Filho (2001) concordam que o período de 24 horas a temperatura de 41°C apresenta sensibilidade suficiente para a avaliação do potencial fisiológico das sementes de tomateiro.

O teste de germinação a baixa temperatura mostrou sensibilidade ao indicar diferenças na qualidade entre lotes de sementes de tomateiro (Barros *et. al.* 2002). De fato, estes resultados confirmam os obtidos no presente estudo, pois houve uma queda

no percentual de plântulas normais de tomateiro obtidas após a exposição ao teste de frio em comparação ao encontrado nas condições ideais do teste de germinação.

O teste de envelhecimento acelerado, método tradicional (48h a 41°C), se mostrou eficiente para avaliar o vigor de sementes de melão, segundo Torres (2002).

Tabela 5. Porcentagem de plântulas normais de melão abobrinha e tomate, após realização dos testes de germinação padrão, envelhecimento acelerado e Teste de Frio.

	Melão	Abobrinha	Tomate
Teste Germinação (%)	97a	13a	37 a
Env. Acelerado (%)	74b	4 a	0 b
Teste de Frio (%)	67b	7 a	11 b
CV %	6,78	68,5	63,98

Muniz *et al.* (2004) concluiu que o teste de frio não foi eficaz para avaliar o vigor de sementes de melão, por não apresentar sensibilidade suficiente para estratificação de lotes de sementes. Entretanto, em se tratando de avaliação do vigor de apenas um lote de sementes, como foi o caso do presente trabalho, este teste se mostrou eficiente em relação a queda do vigor em função do estresse pela baixa temperatura.

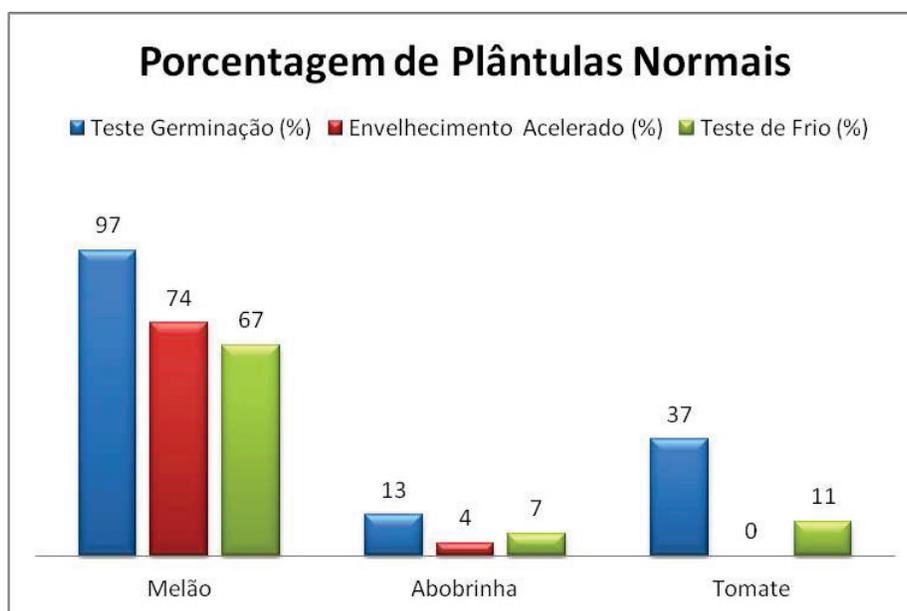


Figura 6. Comparação entre a porcentagem de plântulas normais, de melão, abobrinha e tomateiro, obtidas após os testes de germinação, envelhecimento e Teste de Frio.

Bhering *et al.* (2000) verificou que o período de 48 horas de exposição à temperatura de 41°C, é um procedimento eficaz para estratificação de lotes de sementes de pepino e abobrinha, em função do potencial fisiológico.

Em estudo realizado com sementes de melancia Bhering *et al.* (2003) obtiveram resultados no teste de germinação a baixa temperatura que mostraram haver diferenças significativas entre quatro lotes, classificando-os em diferentes níveis de vigor. Estes resultados corroboram com os encontrados por Bhering *et al.* (2004) que trabalhando com sementes de melão concluiu que quando as sementes foram colocadas para germinar sob condições sub-ótimas de temperatura, observam-se diferenças entre os lotes, diferenças estas que não foram detectadas no teste de germinação e emergência em solo.

Entretanto, para sementes de pepino, Bhering *et al.* (2000) verificaram que o teste de frio não se constituiu em estresse suficiente para classificar os lotes de sementes em diferentes níveis de vigor, indicando apenas o melhor e o pior lote. Estes resultados indicaram comportamento distinto entre espécies dentro de uma mesma família.

De acordo com Powell (1986), deve-se preferencialmente avaliar lotes de sementes situados na Fase I da curva de perda de viabilidade (Figura 3), pois, ao atingir a Fase II, mesmo o teste germinação (conduzido sob condições favoráveis) é capaz de detectar diferenças no potencial fisiológico das amostras avaliadas. Esta informação pode justificar o baixo índice de germinação das sementes de abobrinha, este lote avaliado provavelmente estava situado entre a fase II ou II da curva de deterioração de Powell, o que explica o alto número de sementes mortas.

Observou-se um aumento na porcentagem de plântulas anormais de melão nos testes de envelhecimento acelerado e frio quando comparados ao teste de germinação padrão de sementes conforme verificado na Tabela 5, a porcentagem de plântulas anormais de abobrinha não diferiu estatisticamente entre os testes (Figura 7). Os tipos de anormalidades observados no estudo podem ser observados nas Figuras 8 e 9.

Tabela 6. Percentual de plântulas anormais de abobrinha e melão, obtidas após os testes de germinação de sementes padrão, envelhecimento celerado e frio.

	Melão	Abobrinha	Tomate
Teste de Germinação (%)	2a	8a	0
Env. Acelerado (%)	17b	4a	0
Teste de Frio (%)	32b	17a	0
CV %	28,71	67,58	

Estudando o estresse por temperaturas baixas para a cultura da abóbora, Casarolli *et al.* (2006) avaliaram os tempos de exposição à baixa temperatura (10°C) no teste de frio e sua correlação com germinação. Desta maneira, pode-se observar que o estresse causado pelas baixas temperaturas no teste de frio padrão é agressivo às sementes desta família.

De acordo com Boligon *et al.* (2010), a percentagem de plântulas normais obtida no teste de temperatura subótima foi a variável mais adequada para predizer a emergência de plântulas de abóbora, nas cultivares avaliadas. Estes dados concordam com os obtidos no presente estudo, uma vez que no teste de frio foi encontrado maior número de plântulas anormais de abobrinha e melão, portanto, a baixa temperatura foi a variável que ofereceu mais estresse as sementes.

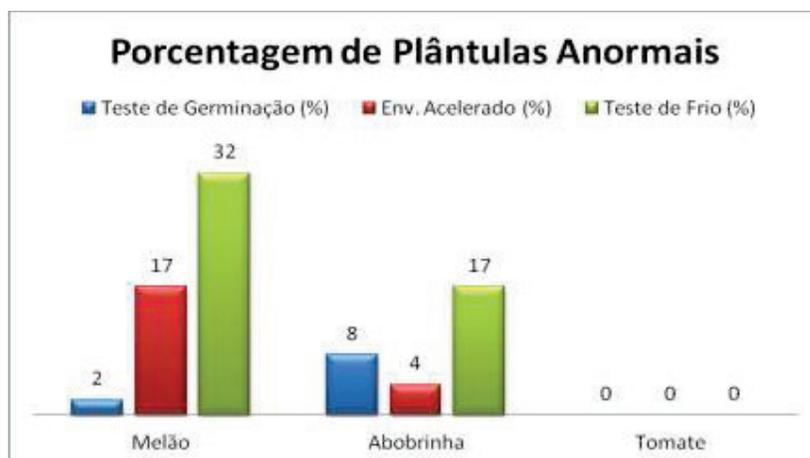


Figura 7. Comparação entre a porcentagem de plântulas anormais, de melão, abobrinha e tomate, obtidas após os testes de germinação, envelhecimento acelerado por 48 horas a 41 °C e Teste de Frio.

Para Matthews (1985) as manifestações iniciais do processo de envelhecimento é, em primeiro lugar o declínio da velocidade de germinação das sementes viáveis e, em seguida, a redução do tamanho de plântulas, o aumento da incidência de plântulas anormais, morte parcial ou total de tecidos importantes em diferentes regiões da semente.

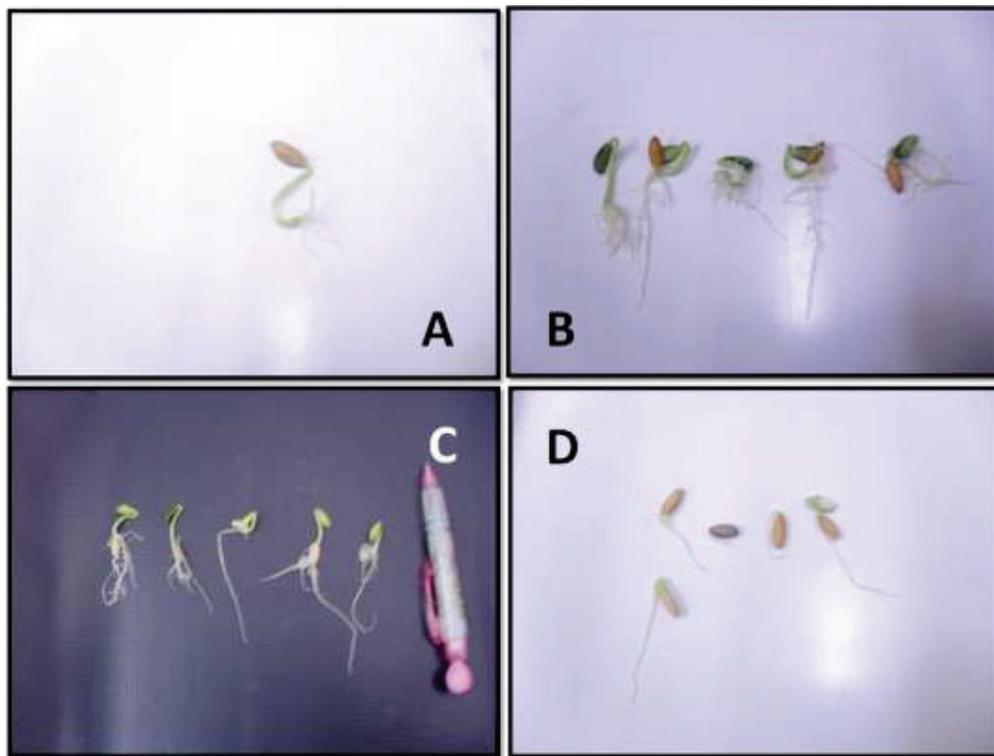


Figura 8. Anormalidades encontradas em plântulas de Melão: A- Hipocótilo torcido, déficit de crescimento e raiz primária pouco desenvolvida. B- Plântulas com encarquilhamento do hipocótilo e da raiz primária. C- Plântulas com déficit de crescimento quando comparadas a plântulas normais. D- Plântulas sem raiz secundária e com parte aérea desproporcional a parte radicular.

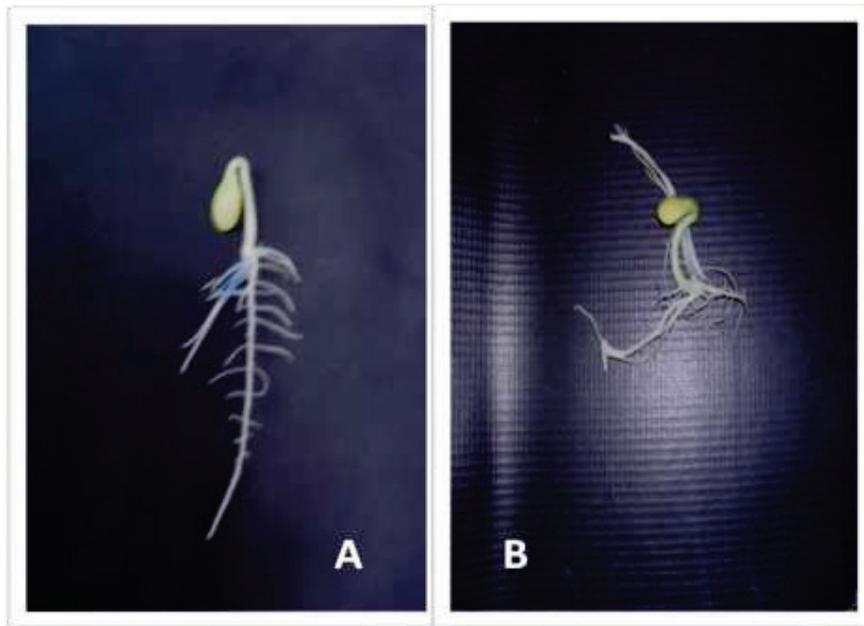


Figura 9. Plântulas de Abobrinha: A- Padrão de plântula normal de abobrinha. B- Plântula anormal de abobrinha, com déficit de crescimento, hipocótilo retorcido e raiz encarquilhada.

Ainda que não avaliado estatisticamente, foi possível observar decréscimo significativo na velocidade de obtenção de plântulas normais de melão em decorrência dos testes realizados. No teste de germinação padrão, com quatro dias após a implantação do experimento, foi possível observar 97% das plântulas com partes aérea e radicular bem desenvolvidas. O mesmo não ocorreu após o teste de envelhecimento acelerado e frio (Figura 10). Nota-se uma visível perda no vigor das sementes, e atraso no desenvolvimento de plântulas consideradas normais. Somente com oito dias após a implantação destes testes foi possível observar plântulas com o mesmo padrão de desenvolvimento que as encontradas com 4 dias no teste de germinação. Apesar da queda no vigor das sementes em relação ao teste de germinação padrão, as plântulas ainda foram mais vigorosas que as obtidas no teste de envelhecimento acelerado.

Muniz *et al.* (2004), trabalhando também com sementes de melão verificou que na primeira contagem da germinação era pouco sensível para detectar diferenças de vigor entre lotes. Entretanto, o teste de primeira contagem pode ser utilizado rotineiramente para e obter informações complementares sobre o vigor dos lotes de sementes abóbora, cv. Menina brasileira (Casarolli *et al.*, 2006).

A precocidade de emissão da raiz primária, embora não permita a avaliação da plântula de acordo com os critérios estabelecidos em tecnologia de sementes, foi uma característica que se mostrou viável para estimar o vigor de sementes revestidas de tomate (Martinelli- Seneme *et. al.*, 2004).

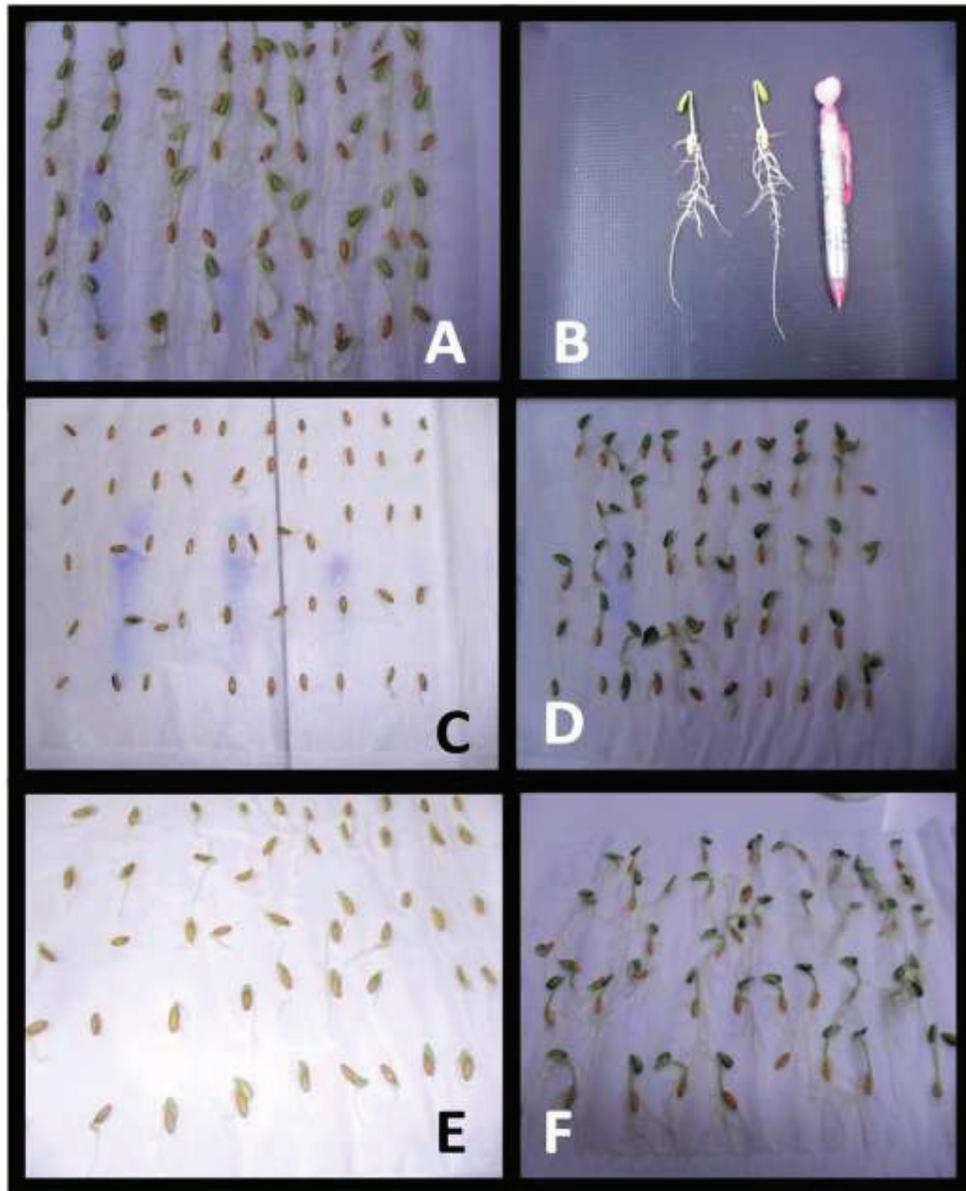


Figura 10. Vigor das plântulas de melão, verificado através da germinação em função dos testes de germinação padrão, envelhecimento acelerado e frio: (A) Plântulas de melão obtidas após quatro dias no teste de germinação padrão. (B) Padrão de plântulas de melão para serem consideradas normais após os testes de germinação, envelhecimento e frio. (C) Plântulas de melão obtidas quatro dias após o teste de envelhecimento acelerado. (D) Plântulas de melão

obtidas oito dias após o teste de envelhecimento acelerado. (E) Plântulas de melão obtidas quatro dias após o teste de frio. (F) Plântulas de melão oito dias após o teste de frio.

Na Tabela 6 encontram-se os resultados dos testes de germinação envelhecimento acelerado e frio para as espécies folhosas de alface e repolho avaliadas no presente estudo. Notou-se uma redução significativa na taxa de germinação das sementes de alface Roxane, Vanda, Vera, Scarlet e repolho Bobcat quando submetidos ao teste de envelhecimento acelerado com 72 horas de exposição das sementes a temperatura de 41°C.

As cultivares de alface Roxane e Vanda se mostraram mais sensíveis ao estresse causado pelo calor e umidade relativa, uma vez que ao deixá-las durante o período mínimo do teste (24 horas) reduziu a zero a taxa de germinação.

Tabela 7. Porcentual de plântulas normais de alface Roxane, Vanda, Vera, Scarlet e repolho Bobcat, após realização do teste de germinação padrão, envelhecimento acelerado com 24, 48 e 72 horas de exposição à temperatura de 41°C e teste de frio.

	Roxane	Vanda	Vera	Scarlet	Bobcat
Germinação (%)	27a	4b	97a	43a	97a
Env. Acelerado 24 h (%)	0,00b	0,00b	6 c	54a	93a
Env. Acelerado 48 h (%)	0,00b	0,00b	0,00d	41a	0,00b
Env. Acelerado 72 h (%)	0,00b	0,00b	0,00d	0,00b	0,00b
Teste de Frio	3,5b	12a	86b	36a	95a
CV %	76,54	63,98	6,3	30,05	5,79

A cultivar de alface Vera que apresentou alto percentual de plântulas normais no teste de germinação padrão, teve este número reduzido drasticamente quando submetida ao teste de envelhecimento precoce com 24 horas de exposição a temperatura de 41 °C. Esse comportamento das sementes em condições não ideais evidencia uma redução significativa no vigor das sementes, indicando a necessidade de testes auxiliares de vigor para indicar a real qualidade fisiológica das sementes, pois em condições ideais, como verifica-se no teste de germinação, para a variedade de alface ‘Vera’ e repolho ‘Bobcat’, apenas o teste de germinação não reflete o real estado fisiológico das sementes. A cultivar de repolho Bobcat manteve a alta porcentagem de germinação,

mesmo após a exposição a alta temperatura e umidade relativa do ar por 24 horas, não repetindo este resultado com 48 e 72 horas de exposição.

Apesar de não apresentar alta percentagem de germinação nos testes, a cultivar de alface Scarlet, manteve seu potencial germinativo em praticamente todos os testes realizados, exceto no teste de envelhecimento acelerado com 72 horas de exposição ao estresse, que esta cultivar como as demais avaliadas não obteve nenhum resultado (Figura 11).

A ocorrência de resultados com baixa confiabilidade pode estar relacionada ao efeito do revestimento da semente. Martinelli-Seneme *et al.* (2004), trabalhando com sementes de tomate peletizadas, afirmou que a falta de confiabilidade nos resultados do teste de envelhecimento acelerado poderia ser atribuída a presença de revestimento da semente, interferindo sobre a ação esperada da temperatura elevada e da umidade.

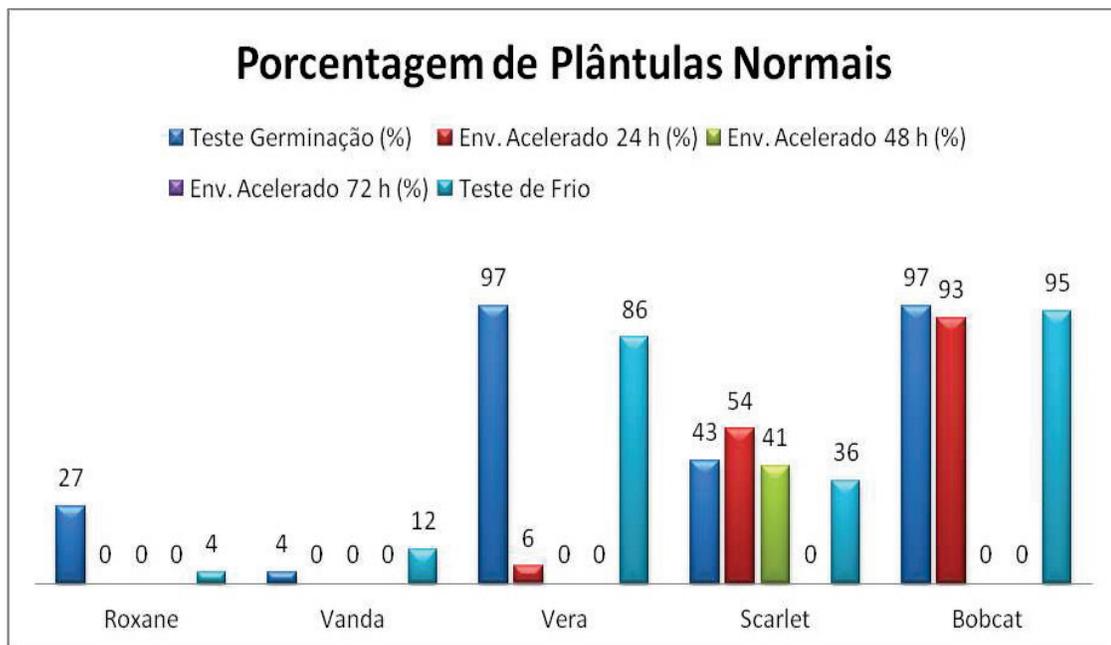


Figura 11. Percentuais de plântulas normais, de alface Roxane, Vanda, Vera, Scarlet e repolho Bobcat, obtidas após os testes de germinação padrão, envelhecimento acelerado por 24, 48 horas a 41 °C e Teste de Frio.

Rodo *et al.* (1998) consideraram o teste de envelhecimento acelerado eficiente para sementes de tomate, desde que conduzido a 41°C/48h, já que o período de 42°C/72h de permanência na câmara de envelhecimento recomendado por Nascimento

et al. (1993) foi considerado excessivo provocando reduções drásticas na germinação (Figura 12).

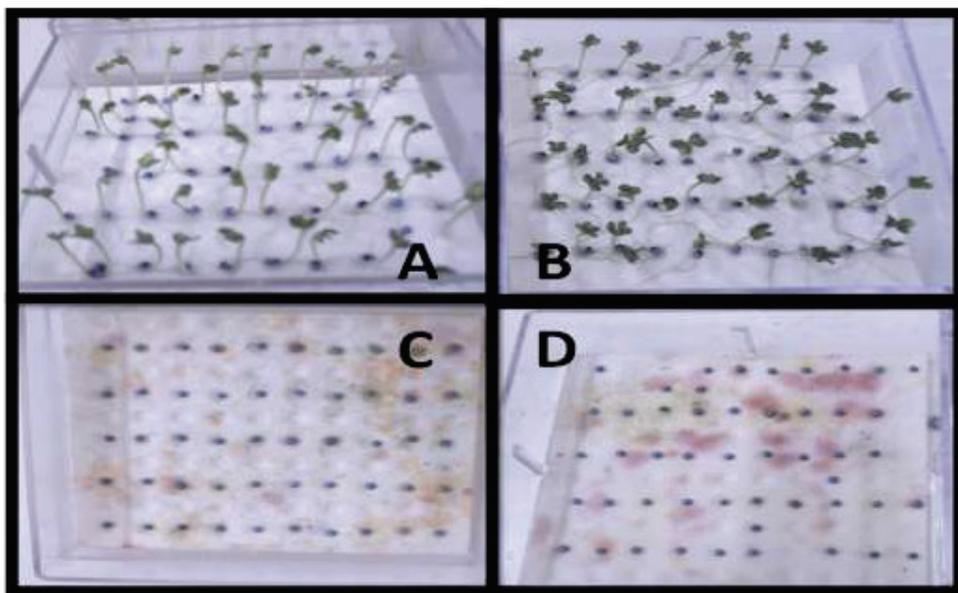


Figura 12. Germinação de sementes submetidas ao teste de Envelhecimento acelerado: A- Plântulas de repolho cinco dias provenientes de sementes expostas a temperatura de 41°C por 24horas. B- Plântulas de repolho dez dias, provenientes de sementes submetidas temperatura de 41°C por 24horas. C- sementes de repolho dez dias expostas a temperatura de 41°C por 48horas, não germinaram e sofreram ataque de fungos. D- Sementes de repolho dez dias após serem expostas a temperatura de 41°C por 72h, não germinaram e sofreram ataque severo de fungos.

Nascimento & Pereira (2007) afirmam que sementes alface submetidas a altas temperaturas podem sofrer o efeito de dois diferentes fenômenos: a) a termoinibição, um processo reversível, revertido quando a temperatura é reduzida para nível adequado, e; b) a termodormência, em que as sementes não germinam mesmo após a redução da temperatura, representando uma das modalidades de dormência secundária.

Ainda Nascimento & Pereira (2007) trabalhando com sementes de alface concluíram que o teste de envelhecimento acelerado é o mais indicado para estratificação de lotes com diferentes níveis de vigor. A germinação sob-baixas temperaturas (10°C), nesse trabalho, não promoveu separação entre os lotes, não reduzindo drasticamente a germinação. Esta informação concorda, em partes, com os

resultados obtidos no presente estudo, uma vez que o teste de frio foi menos agressivo a germinação das folhosas em comparação ao teste de envelhecimento acelerado.

Pôde-se observar um maior desenvolvimento de plântulas oriundas de sementes nuas de alface quando comparadas as plântulas oriundas de sementes peletizadas (Figura 13), este resultado pode estar associado a qualidade fisiológica das sementes e também ao processo de peletização

Em estudo realizado por Bertagnolli (2001), sementes nuas de alface apresentaram maior velocidade de emissão de raiz primária que sementes peletizadas. Franzin *et al.* (2004) encontrou diferenças significativas entre lotes de sementes nuas e peletizadas. A peletização afetou negativamente a germinação das sementes, provavelmente, pela dificuldade de absorção de água e oxigênio imposta pelo material constituinte do pélete. Estes resultados corroboram com os encontrados por Zink, em 1954, em que sementes nuas apresentaram maior velocidade de germinação que sementes peletizadas.

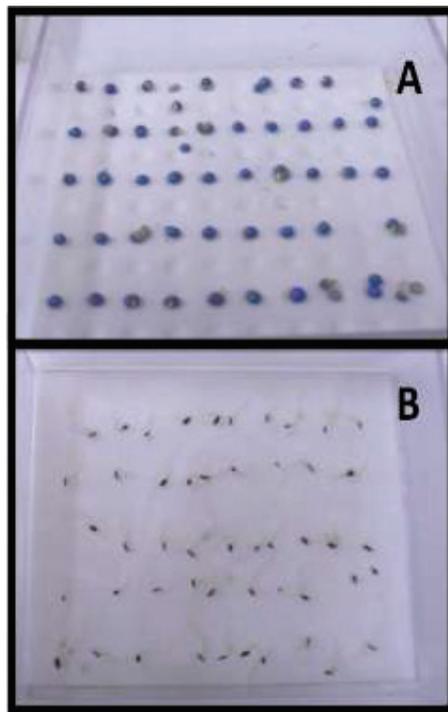


Figura 13. Plântulas de alface. A- Plântula de alface Roxane oriunda de sementes peletizadas. B- Plântulas de alface Vera oriundas de sementes nuas.

De acordo com Franzin *et al.* (2004) os resultados encontrados indicaram que o tratamento de peletização ou as características de cada teste utilizado podem dificultar a avaliação do vigor das sementes de alface.

Nascimento *et al.* (2007) afirma que a germinação mais rápida, através de um mecanismo específico, pode minimizar os efeitos deletérios causados pelas temperaturas altas que ocorrem nas primeiras horas de germinação das sementes de alface.

As leituras do teste de condutividade elétrica estão ilustradas na Figura 14 e o índice de perda de solutos para cada cultivar analisada pode encontra-se exposto na Figura 15.

No caso de sementes relativamente pequenas, como as de hortaliças, a lixiviação máxima pode ocorrer em período inferior a duas horas (Murphy & Noland, 1982), o que está de acordo com o verificado neste estudo. Para sementes de tomate o teste de condutividade elétrica por períodos de 2 a 8 horas de embebição mostrou-se eficiente (Martinelli- Seneme *et al.*, 2004).

Os testes de condutividade elétrica em sementes de melão e alface Vera tiveram uma correlação positiva com o teste de envelhecimento acelerado ($r = 0,8023$) e germinação ($r = 0,8960$) respectivamente. Isto indica que a alta porcentagem de germinação destes testes tem relação com a boa capacidade de regeneração da membrana celular e a baixa perda de solutos pela membrana.

Franzin *et al.* (2004), trabalhando com a mesma cultivar de alface também obteve resultados semelhantes, entretanto, o teste de condutividade elétrica, embora tenha mostrado correlação com vários testes, não apresentou sensibilidade suficientemente para separar os lotes de sementes de alface. Este autor concluiu que A homogeneidade no potencial fisiológico das sementes desta cultivar, provavelmente tenha impossibilitado a estratificação dos lotes em função do vigor.

Não houve correlação entre o teste de condutividade elétrica e os demais testes realizados com as sementes de abobrinha.

Dutra & Vieira (2006) encontraram resultados semelhante, em estudo com abobrinha. De acordo com estes autores, as informações fornecidas pelos resultados do teste de condutividade elétrica não confirmaram os resultados da avaliação inicial, quando determinou-se a porcentagem de germinação e o vigor por intermédio dos testes da primeira contagem, porcentagem e velocidade de emergência das plântulas

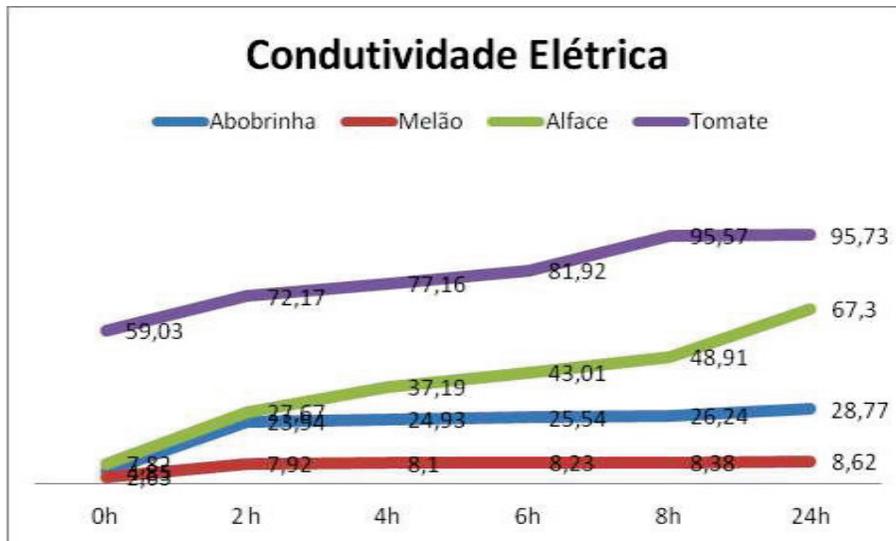


Figura 14. Médias em $\mu\text{Sm}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}$ das leituras de condutividade elétrica de cada espécie em função dos horários de leitura.

O teste de condutividade teve uma correlação negativa com o teste de frio para as análises com sementes de tomate ‘Thomas’ ($r = -0,9274$), o que significa que aumentos nos valores de condutividade elétrica corresponderam a queda nos níveis de emergência de plântulas (vigor da sementes). Esse resultado é justificável, uma vez que sementes com baixo vigor apresentam maiores valores de condutividade, pois tem maior perda de componentes celulares devido a menor eficiência na reestruturação de seu sistema enzimático. Este resultado concorda com o obtido por Martins *et al.* (2002), e corresponde com relatos da literatura, onde os aumentos nos índices de condutividade elétrica corresponderam à maior lixiviação de solutos e, portanto, à diminuição na qualidade fisiológica das sementes (Marcos Filho, 1990).

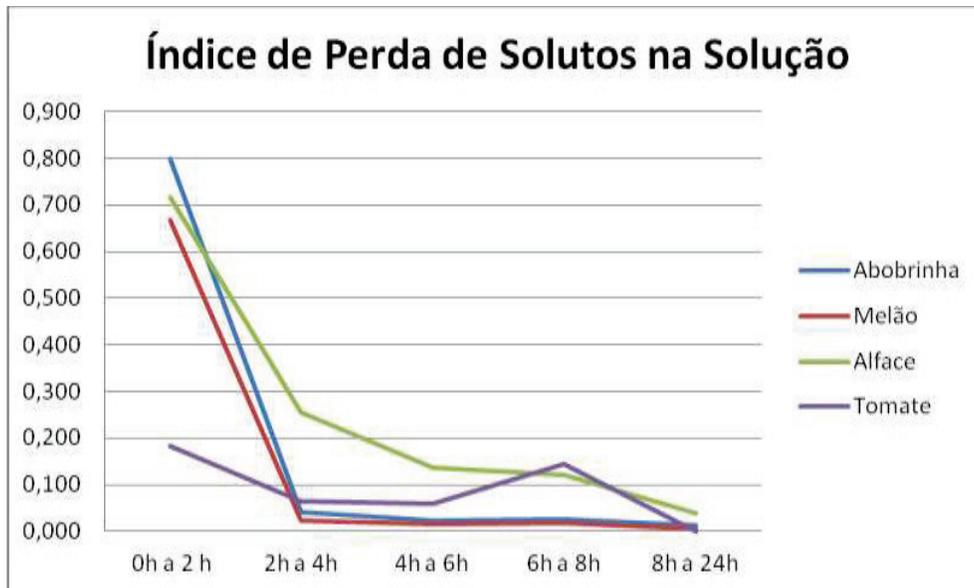


Figura 15. Índice de perda de solutos em função dos intervalos entre as leituras.

Não houve correlação significativa entre o teste de tetrazólio e os outros testes realizados com as sementes de abobrinha e melão. O resultado do teste de tetrazólio está ilustrado na Figura 16, e os padrões utilizados para classificar as sementes de abobrinha e melão em cada categoria, conforme a coloração, estão expostos nas Figuras 17 e 18, respectivamente.

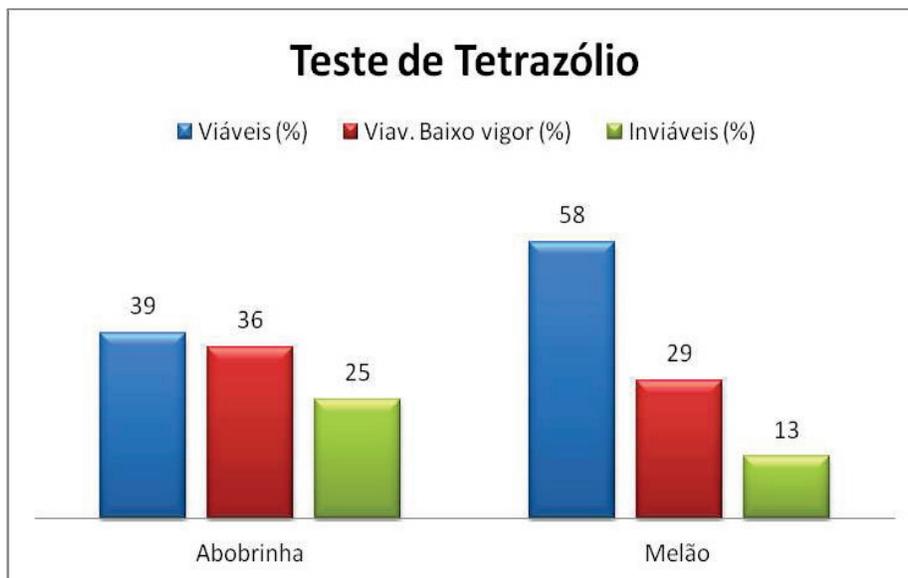


Figura 16. Porcentagem de sementes classificadas por categoria conforme o teste de tetrazólio.

Não houve diferença significativa entre as categorias no teste de Tetrazólio para sementes abobrinha, entretanto, quando avaliada apenas a viabilidade, deixando de lado o vigor, encontra-se que 75% das sementes eram viáveis. No caso das sementes de melão, houve diferenças entre as categorias, sendo que as sementes com alto vigor corresponderam a maioria das sementes avaliadas (58%), quando o vigor é deixado de lado e avaliada, apenas, a viabilidade, observa-se que 87% das sementes analisadas estavam viáveis, e esta alta porcentagem de viabilidade justifica a alta taxa de germinação obtidas nos testes de vigor realizados.

Barros (2002) também verificou a associação entre os resultados de germinação e os de viabilidade pelo teste de tetrazólio em sementes de abóbora e abobrinha. Porém, a falta de uma metodologia bem definida para a realização de teste de tetrazólio em sementes de Curcubitaceas pode ter sido um fator de erro e falta de precisão na avaliação dos resultados neste trabalho.

Lima *et al.* (2007) afirma que em relação ao teste de tetrazólio, pode se verificar que a metodologia utilizada influencia no resultado obtido, segundo o autor, Um lote pode ser interpretado como vigoroso em uma metodologia e de baixo vigor em outra .

Costa & Marcos Filho (1994) enfatizaram que as primeiras horas de absorção de água pela semente são importantes, pois se relacionam com a intensidade da atividade enzimática e, portanto, com o desenvolvimento de coloração adequada no final do teste.

A imersão em água e o tempo de contato com a solução podem ter favorecido o desenvolvimento da coloração vermelho forte, interpretadas como mortas. Sementes que absorvem água por um longo período colorem intensamente (Delouche *et al.*, 1976)

Lima *et al.* (2010) concluiu que a utilização de solução de tetrazólio a 1% , indicada pelas Regras de Análises de Sementes para o gênero Cucumis, não foi adequada para a coloração de sementes pois resultou em uma coloração intensa em toda a extensão do embrião, dificultando a visualização, a distinção e a avaliação dos danos.

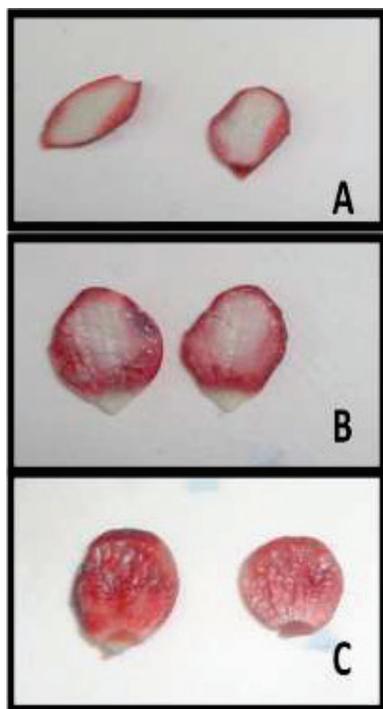


Figura 17. Teste de tetrazólio em abobrinha: A- Sementes viáveis, B- Sementes viáveis, mas com baixo vigor, C- Sementes inviáveis.

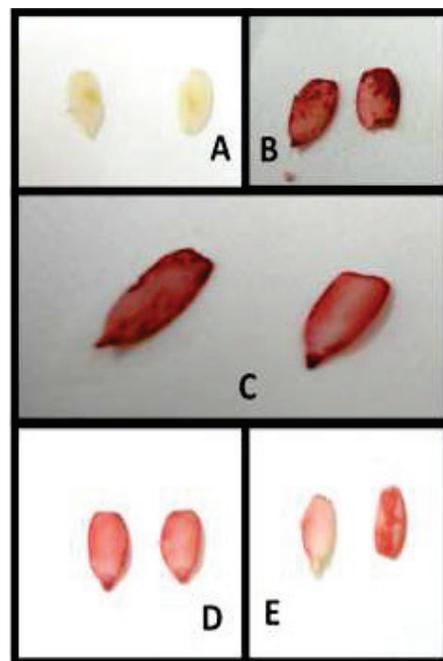


Figura 18. Teste de Tetrazólio em sementes de melão: A e B sementes consideradas inviáveis; C- Sementes consideradas viáveis mais com baixo vigor. D e E- sementes consideradas viáveis.

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nas análises, pode-se concluir que as sementes de melão Gaucho e repolho Bobcat apresentam alta qualidade fisiológica, uma vez que mesmo expostas a condições de estresse por calor e frio, estas sementes ainda apresentaram uma boa porcentagem de plântulas normais.

As sementes das cultivares de alface Roxane, Vera, Vanda e de tomate Thomas apresentaram maior fragilidade as condições adversas de estresse, e isto se refletiu na diminuição da taxa de germinação destas sementes.

A cultivar de alface Scarlet foi a que melhor apresentou resistência as condições de estresse dos testes de vigor realizados, apesar de não apresentar altos índices de germinação, manteve o mesmo percentual ao decorrer dos testes.

Os resultados obtidos com os testes feitos nas sementes de abobrinha Alicia demonstraram que estas sementes estão em um grau elevado do processo de deterioração, isto pode ser comprovado pelo baixo índice de germinação em todos os testes de vigor e no teste padrão de germinação.

O teste de condutividade elétrica indicou que após a segunda leitura os índices de perda de solutos se estabilizaram. De acordo com os resultados obtidos o teste de tetrazólio, nas condições em que foi realizado, não se mostrou eficaz para avaliar a viabilidade e vigor das sementes de melão e abobrinha.

O tempo de exposição das sementes ao calor no teste de envelhecimento acelerado é crucial para determinar o índice de plântulas normais germinadas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hortaliças em número

Camargo Filho

http://www.hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com_content&view=article&id=909:hortalicas-em-numeros&catid=64:frutas-e-hortalicas-frescas&Itemid=82

Acesso em 27 de março de 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS LANSING. **Seed vigor testing handbook**. Lansing: AOSA, 1983. 88p. (Handbook on seed testing. Contribution, 32).

BARROS, A. S. R.; DIAS, M. C. L. L.; CICERO, S. M.; KRYZANOWSKI, F. C.; **Teste de Frio**. In: KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Capítulo 5, p. 2-24.

BARROS, D.I. **Teste de tetrazólio para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de abóbora e abobrinha**. 2002, 62f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

BARROS, D. I.; NUNES, H. V.; DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M. C.; Comparação entre teste de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 24, nº 2, p. 12-16, 2002.

BARROS, D. I.; DIAS, D.C.F.S.; BHERING, M. C.; DIAS, L.A.S.; ARAUJO, E.F. Uso do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, nº 2, p.165-171, 2005

BERTAGNOLLI, C.M. **Desempenho de sementes nuas e peletizadas de alface submetidas ao estresse hídrico e térmico e formação de mudas em cultivo hidropônico**. 2001. 48f. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

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

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; BARROS, D.I. DIAS, L.A.S.; TOKUHISA, D. Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 25, nº 2, p. 1-6, 2003.

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; TOKUHISA, D.; DIAS, L.A.S.; Avaliação do vigor de sementes de melão pelo teste de deterioração controlada. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 26, nº1, p. 125-129, 2004.

BOLIGON, A.A.; DAL'COL, L. A.; GARCIA, D. C.; Emergência de plântulas de abóbora a partir da avaliação da qualidade das sementes. **Ciência Rural**, vol. 40, nº 11, p. 2274-2281, 2010.

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

BRIEGER, F. G. & GURGEL, J. T. A. **Seleção e produção de sementes em hortaliças: com referência especial ao gênero Brassica**. Bragantia. 1942, vol.2, n.11, pp. 449-480. ISSN 0006-8705.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 429p.

CASAROLI, D.; GARCIA, D.C.; MUNIZ, M.F.B & MENEZES, N.L. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de abóbora variedade Menina Brasileira. **Fitopatologia Brasileira**. Santa Maria: [S. ed.], 31 v., p.158-163. 2006.

CORASPE, H.M.; GONZALES, H. I. ; MINAMI, K. Avaliação do efeito da peletização sobre o vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, vol. 50, nº 3, p. 349-354, out./dez. 1993.

COSTA, N.P.; MARCOS FILHO, J. **O emprego do teste de tetrazólio na avaliação da qualidade da sementes de soja**. Informativo ABRATES, Londrina, v. 4, n. 2, p.53-62, 1994.

CUSTODIO, C. C. Testes rápidos para avaliação do vigor de sementes: Uma Revisão. **Colloquium Agrariae**, v.1, n.1, set. 2005, p. 29-41

DELOUCHE, J.C. **An accelerated aging technique for predicting the relative storability of crimson clover and tall fescue seed lots**. Agron. Abstr., 57:40, 1965

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

DELOUCHE, J. C. **Standardization on of vigor tests**. Journal of Seed Technology, Springfield, v. 2, p. 75-85, 1976.

DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M. & LIENHARD, M. **O teste de tetrazólio para viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN. 103p, 1976.

DIAS, D. C. F. S. & NASCIMENTO, W. M. **Desenvolvimento, maturação e colheita de sementes de hortaliças**. In: NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2009. P. 11-74

DINALLI, R. P.; CHAVES, D. C. D.; GAZOLA, R. N.; CASTILHO, R. M. M.; Germinação de Espécies Ornamentais e Mediciniais. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.17, n.2, p.53-59, dez, 2010.

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D.; Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de sementes**, vol. 28, nº2, p. 117-122, 2006.

DURE III, L. S. **Seed Formation**. Annual Review of Plant Physiology, vol. 26, p. 259-278, Junho de 1975.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2008. 421p.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N. P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: EMBRAPA- CNPSo, 1988. 58p.

FRANZIN, S. M. & ROVERSI, T. **O que é vigor de sementes?** Disponível em: <www.ufsm.br/sementes/textos/vigor.pdf>, 2001. Acesso em: 30 de abril de 2012.

FRANZIN, S.M.; MENEZES, N.L. **Análise de Sementes. 2 – Temperaturas e qualidade de água para a germinação de sementes peletizadas de alface**. Informe Técnico, Santa Maria, n.1, 4p, 2002.

FRANZIN, S. M.; MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C. Avaliação do vigor de sementes de alface nuas e peletizadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, vol. 26, nº 2, p.114-118, 2004.

FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M.; COIMBRA, K. G. 2007. Maturação e qualidade de sementes de repolho de verão sob condições tropicais. **Horticultura Brasileira** v. 25, n. 4, out.-dez. 2007

HAMPTON, J.G. What is seed quality? **Seed Science and Technology**, vol. 30, nº1, p. 1-10, 2002

KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 164p.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas**. Inf. ABRATES, Londrina. Brasília: ABRATES, 2004. 26 v., n.2, p.144-149.

LIMA, C.B.; BELLETTINI, N. M. T.; JANAI, J. K.; SILVA, A.S.; AMADOR, T.S.; VIEIRA, M.A.V.; CHEIRUBIM, A.P.; Metodologias do teste de tetrazólio para sementes de melão (*Cucumis melo* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 744-746, jul. 2007

LOEFFLER, N. L.; MEIER, J. L. BURRIS, J. S. Comparison of two cold test procedures for use in maize drying studies. **Seed Science and Technology**, 13 (3): 653-8, 1985

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. **Análise de Sementes de Hortaliças**. 83ª Circular Técnica, Brasília, DF, Novembro de 2009. ISSN 1415-3033

MARCOS FILHO, J. **Germinação de sementes**. Semana de atualização em produção de sementes, Piracicaba, 1986.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVEMBRE, A.D.C.L.; CHAMMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p.1805-1815, 1990

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.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de semente de plantas cultivadas**. Piracicaba, Fealq, 2005. 495p. ISBN 85-7133-038-7, 2005.

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

MARTINELLI-SENEME, A.; MARTINS, C.C.; CASTRO, M. M.; JOÃO NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Avaliação do vigor de sementes peliculizadas de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 26, nº 2, p.01-06, 2004.

MARTINS, C.C.; MARTINELLI-SENEME, A.; CASTRO, M.M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L.var. *italica* PLENK). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p.96-101, 2002

MATTHEWS, S. **Physiology of seed ageing**. Outlook on Agriculture, v.14, n.2, p.89-94, 1985.

MEDINA, P.F.; MARCOS FILHO, J. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, v.47, n.1, p.47-70, 1990.

MUNIZ, M.F.B. et al. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de Sementes de melão. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, 2004. 26 v., n.2, p.144-149.

MURPHY, J.B.; NOLAND, T.L. Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, Stanford, v.69, n.2, p.428-431, 1982.

NASCIMENTO, W.M.; BARROS, B.C.G.; 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. **Germinação de sementes de alface**. Circular técnica: Embrapa. Brasília, dezembro, 2002.

NASCIMENTO, W.M. **Produção de sementes de hortaliças para a agricultura familiar**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 7 - 14p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 35).

NASCIMENTO, W.M, **Produção de sementes**, 2006. Disponível em: <www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/sementes.htm> Acesso em: 04 de junho de 2012.

NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R. S. Testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface e sua relação com a germinação sob temperaturas adversas. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº 3, p. 175-179, 2007.

NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2009. 432p. ISBN 978-85-86413-15-5.

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

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

PESKE, S.T. & BARROS, A.C.S.A. **Produção de sementes**. Curso de especialização por tutoria à distância. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. Brasília-D.F.: ABEAS. 76p.1998

PESSOA, H. B. S. V.; NASCIMENTO, W.M; MELO P. E.; GIORDANO, L. B. **Produção de sementes genéticas de repolho (Brassica oleracea var. capitata) cv. União**. Informativo ABRATES Nº 5, p. 74-81. Londrina, 1995.

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

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

SÁ, M.E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.) **Scientia Agrícola**, Piracicaba v.56, n.1, p.13-20, 1999.

SANTOS, F.; TRANI, P. E.; MEDINA, P. F.; PARISI, J.J.D. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de alface e almeirão. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº2, p. 322-323, 2011.

SILVA RF; SILVA JF. **Produção de sementes de brássicas**. Informe Agropecuário 9: 47-49, 1983.

SILVA JÚNIOR, A. A. **Repolho: fitologia, fitotecnia, tecnologia alimentar e mercadologia**. Florianópolis: EMPASC. 295p, 1987.

SILVA, J. I.; GARCIA, S. M.; SILVA, V. N.; NOBRE, F. L. L.; ZAMBIASI, C. A.; LUCCA FILHO, O. A. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate**. XVII Congresso de Iniciação Científica. Conhecimento sem fronteiras. Pelotas, novembro de 2008.

SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Confecção e avaliação de péletes de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.2, p.151-158, 1998.

TONEL, F. R., SILVA, A. C. S., MORAES, D. M., **Avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de melão após armazenamento**. XIX CIC Mostra científica, 2010.

TORRES, S. B. & MINAMI, K. Qualidade fisiológica de sementes de pimentão. **Scientia Agrícola**, vol.57 n.1 Piracicaba Jan./Mar. 2000.

TORRES, S.B. **Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão**. 2002. 103p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VIEIRA, R. D.; KRYZANOWSKI, F. C.; **Teste de Condutividade Elétrica**. In: KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Capítulo 4, p.3-26.

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

ZINK, F.W. **Studies with pelleted lettuce seed**. American Society for Horticultural Science, Davis, n.15, p. 335-341, 1954.