

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES DE
MILHO-DOCE (*sh2*)**

ROGÉRIO DE ANDRADE COIMBRA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU-SP

Fevereiro - 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES DE
MILHO-DOCE (*sh2*)**

ROGÉRIO DE ANDRADE COIMBRA

Orientadora: Profa. Dra. Cibele Chalita Martins

Co-Orientador: Prof. Dr. Sílvio José Bicudo

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU-SP

Fevereiro - 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C679t Coimbra, Rogério de Andrade, 1977-
Teste de envelhecimento acelerado em sementes de milho-doce(sh2)/ Rogério de Andrade Coimbra. - Botucatu :[s.n.], 2007.
vii, 50 f. : il. color., gráfs., tabs.

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007
Orientador: Cibele Chalita Martins
Co-orientador: Sílvio José Bicudo
Inclui bibliografia.

1. Milho-doce. 2. Sementes - Envelhecimento. 3. Heterose. 4. Sementes - Qualidade. 5. Melhoramento genético. I. Martins, Cibele Chalita. II. Bicudo, Sílvio José. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Rogério de Andrade Coimbra, filho de Claudio dos Santos Coimbra e Maria Aparecida de Andrade Coimbra, nasceu na cidade de São Paulo, Estado de São Paulo em 07 de dezembro de 1977.

Diplomou-se em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agronômicas, da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Campus de Botucatu, em 2002.

Foi aluno de Iniciação Científica em Sementes no Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Campus de Botucatu, de 1998 a 2002.

Em agosto de 2003, iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, Área de Concentração Agricultura, no Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Campus de Botucatu, obtendo o título em fevereiro de 2007.

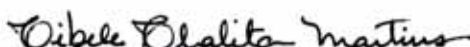
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

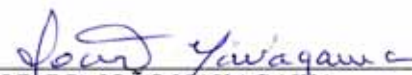
**TÍTULO: "TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES DE
MILHO - DOCE (sh 2)"**

ALUNO: ROGERIO DE ANDRADE COIMBRA

ORIENTADORA: PROFA. DRA. CIBELE CHALITA MARTINS

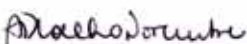
Aprovado pela Comissão Examinadora


PROFA. DRA. CIBELE CHALITA MARTINS


PROF. DR. JOÃO NAKAGAWA


PROF. DR. MARCO EUSTAQUIO DE SA


PROF. DR. CLAUDEMIR ZUCARELI


PROFA. DRA. ANA D. L. COELHO NOVENBRE

Data da Realização: 26 de fevereiro de 2007.

DEDICATÓRIA

Aos que possibilitaram a minha caminhada,
Ensinaram-me as primeiras palavras,
Acolheram meu primeiro choro,
Apresentaram-me à vida,
Concederam-me a sua confiança,
E, jamais deixaram de me apoiar.

DEDICO:

Aos meus pais, Claudio dos Santos Coimbra e
Maria Aparecida de Andrade Coimbra

Eterna Gratidão.

A Deus,
Minha irmã Daniele,
Meu avô Nelson “*in memoriam*” e meu tio Tato “*in memoriam*”.

Meus Sinceros Agradecimentos.

À minha futura esposa Lindsey Castoldi,
Forte e amável companheira de todos os
momentos.

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Cibele Chalita Martins, pela orientação, paciência e confiança em mim depositados.

À Faculdade de Ciência Agronômicas - UNESP - Campus de Botucatu, por mais uma vez me receber como aluno.

À Coordenação do curso de Pós-Graduação em Agronomia (Agricultura), pela dedicação e ímpar qualidade do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão da bolsa de estudos durante a realização do curso de doutorado.

À empresa Dow Agrosiences, pelo fornecimento do material, informações e valiosas sugestões dadas ao projeto.

Aos professores do curso de Pós-Graduação Dagoberto Martins, Cláudio Cavariani, Carlos Alexandre C. Crusciol, Leandro Borges Lemos, João Nakagawa, Maurício Dutra Zanotto, Norberto Silva e Sílvio José Bicudo pela atenção e ensinamento.

Aos funcionários do Depto. de Produção Vegetal Maurílio, Cirinho, Vera Lúcia, Lana Rosani, Dna. Jô, Dorival, Rubens, todos os funcionários de apoio ao campo e em especial à amiga Valéria Giandoni, técnica do Laboratório de Análise de Sementes.

A seção de Pós-Graduação nas pessoas de Marilena Santos, Marlene Freitas e Jaqueline Gonçalves.

Aos funcionários da biblioteca “Paulo Carvalho de Matos”, Maria Inês, Denise, Cida, Solange, Maria do Carmo, Nilson, Ermete, Luiz, Janaína, Célia e Helen.

Ao Prof. Dr. Cláudio Cavariani, responsável pelo Laboratório de Análise de Sementes, pelo apoio e colaboração.

Ao Prof. Dr. João Nakagawa por ensinar-me os primeiros passos na ciência da pesquisa e experimentação.

Ao Prof. Dr. Norberto Silva, pelo apoio, incentivo e confiança despendida.

Aos Profs. Martha Mischan e Calos Padovani pela valiosa colaboração com a análise estatística dos dados que apresentamos.

Aos Profs. Claudemir Zucareli, Ana D.L.C. Novembre, Marco E. de Sá e João Nakagawa pela disposição e valiosas sugestões apresentadas no ato de nossa defesa.

À aluna de iniciação científica, hoje Engenheira Agrônoma, Camila Tomas, pela colaboração na execução do projeto.

A todos os colegas do curso de pós-graduação, em especial, Maria Carolina, Sandra Souza, Rogério Sá, Nara Fonseca e Zé Pedro “*in memoriam*”.

Aos meus familiares e todos àqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	01
SUMMARY	03
1 INTRODUÇÃO.....	04
2 REVISÃO DE LITERATURA	06
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Procedência das sementes.....	14
3.2 Determinações	15
3.2.1 Classificação por peneira.....	15
3.2.2 Teor de água das sementes	15
3.3 Testes para caracterização da qualidade fisiológica das sementes	15
3.3.1 Germinação.....	15
3.3.2 Primeira contagem da germinação	16
3.3.3 Precocidade de emissão da raiz primária.....	16
3.3.4 Emergência de plântulas em campo	16
3.3.5 Teste de frio	18
3.3.6 Condutividade elétrica.....	18
3.4 Metodologias do teste de envelhecimento acelerado	18
3.5 Armazenamento.....	19
3.6 Análise estatística	19
3.7 Análise conjunta dos testes pelo método das pontuações	20
3.8 Análise de correlação.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÕES	39
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

RESUMO

O milho-doce difere do milho comum quanto ao elevado teor de açúcares acumulados no endosperma e menor espessura do pericarpo. Esses fatores contribuem para os baixos índices de germinação e vigor apresentados por suas sementes e para uma resposta distinta a do milho comum aos testes de vigor utilizados. Com o objetivo de verificar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado, e suas variações, para a avaliação da qualidade de sementes de milho-doce, dez lotes do híbrido de milho-doce DO-04 shrunken-2 (*sh2*), foram submetidos às seguintes avaliações: teste de envelhecimento acelerado na temperatura de 42°C em água destilada (100% UR), solução saturada de cloreto de potássio (87% UR) e solução saturada de cloreto de sódio (76% UR), avaliando-se quatro períodos de exposição (24, 48, 72 e 96 horas), teor de água, germinação, primeira contagem da germinação, precocidade de emissão de raiz primária, emergência de plântulas em campo, teste de frio e condutividade elétrica. Após essas avaliações amostras dos dez lotes de sementes foram armazenadas por dezesseis meses e em intervalos quadrimestrais foram avaliadas quanto à germinação e a emergência das plântulas em campo. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, com a comparação das médias realizada por meio do teste Tukey, a 5% de significância.

Os resultados permitiram concluir que os testes de envelhecimento acelerado por 48 e 72 horas com água destilada, por 72 e 96 horas com solução salina de cloreto de potássio e por 96 horas com solução salina de cloreto de sódio, avaliados em conjunto com os testes de germinação, precocidade de emissão da raiz primária e condutividade elétrica mostram-se promissores na avaliação da qualidade das sementes de milho-doce (*sh2*).

ACCELERATED AGING TEST IN SWEET CORN SEEDS (*sh2*). Botucatu, 2007, 50p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ROGÉRIO DE ANDRADE COIMBRA

Adviser: CIBELE CHALITA MARTINS

Co-Adviser: SÍLVIO JOSÉ BICUDO

SUMMARY

Sweet corn differs from the usual one concerning the high level of sugar accumulated in endosperm and a lower pericarp thickness. These characteristics contribute to lower germination rates and vigor shown by its seeds and to a specific response of usual corn to vigor tests used. Aimed at verifying the efficiency of accelerated aging test, and their variations, for the quality evaluation of sweet-corn, ten lots of DO-04 shrunken-2 (*sh2*) hybrid sweet corn seeds were subjected to the following evaluations: accelerated aging test under 42°C in distilled water (100% UR), potassium chloride saturated solution (87% UR) and sodium chloride saturated solution (76% UR), evaluating four exposition periods (24, 48, 72 and 96 hours), seed water content, standard germination, first counting, earliness of primary root emission, field seedlings emergency, cold test and electrical conductivity. After those evaluations seed samples of ten lots they were stored by sixteen months and in intervals of four months they were evaluated as standard germination and field seedlings emergency. The experimental design used was totally randomized where comparison between medians of lots was performed by Tukey test, at 5% of significance. Results concluded that accelerated aging tests with water for 48 and 72 hours, with potassium chloride saline solution for 72 and 96 hours and sodium chloride for 96 hours evaluated together with standard germination, earliness of primary root emission and electrical conductivity they are show promising in quality evaluation of sweet corn seeds (*sh2*).

Keywords: sweet-corn, vigor, accelerated aging

1 INTRODUÇÃO

Entre os genótipos de milho existentes encontram-se os milhos-doces, utilizados principalmente como milho-verde, tanto para consumo *in natura* como para o processamento. No Brasil, devido ao hábito alimentar da população, seu consumo ainda é pequeno quando comparado ao milho comum, mas há uma demanda crescente e contínua por parte das indústrias brasileiras de conservas e enlatados, que vêm dando preferência ao milho-doce, por resultar num produto de melhor qualidade.

O milho-doce difere do milho comum quanto ao elevado teor de açúcares acumulados no endosperma, o que torna a semente mais sensível a fatores externos, tais como: condições climáticas desfavoráveis durante a formação da semente, ataque de pragas, doenças, procedimentos inadequados de colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento. Comparadas ao milho comum, as sementes de milho-doce apresentam maiores variações entre os resultados do teste de germinação e a emergência de plântulas em campo.

A avaliação do vigor das sementes é um componente essencial no programa de controle de qualidade adotado pela indústria sementeira. Deste modo, os testes de vigor disponíveis vêm sendo aperfeiçoados e adequados às sementes de diferentes espécies, para permitir a obtenção de resultados consistentes e reproduzíveis. Alguns testes são

baseados na resposta das sementes às condições de estresse e, nessa categoria, um dos testes mais utilizados para a avaliação do vigor de sementes de milho é o teste de envelhecimento acelerado, que se baseia na deterioração das sementes expostas a altas temperaturas e umidade relativa, além de ser um teste eficiente na seleção de lotes com maior emergência de plântulas em campo e potencial de armazenamento.

Ensaaios de aprimoramento da metodologia do teste de envelhecimento acelerado têm sido implementados, avaliando-se diferentes temperaturas e tempos de exposição das sementes ao estresse. Metodologias em que a água é substituída por soluções saturadas de sais vêm sendo estudadas, pois dependendo da solução utilizada, são obtidos níveis específicos de umidade relativa do ar ambiente dentro das caixas plásticas, que permitem adequar a taxa de absorção de água da semente, a velocidade e a intensidade de deterioração da mesma. Assim, para algumas espécies, o uso de soluções salinas saturadas tem apresentado maior eficiência na detecção de diferenças de qualidade entre lotes do que o envelhecimento acelerado convencional, com água.

Assim, a presente pesquisa foi conduzida com o objetivo de verificar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado, e suas variações, para a avaliação da qualidade de sementes de milho-doce (*sh2*).

2 REVISÃO DE LITERATURA

Entre as variedades de milho existentes encontra-se o milho-doce, utilizado principalmente como milho-verde para processamento. O milho-doce difere do milho comum não por características taxonômicas, mas pelo elevado teor de açúcares acumulados no endosperma, principalmente no estágio imaturo. Essa característica é regida pela ação de um ou mais pares de genes mutantes, entre os quais encontram-se o *sugary* (*su₁*), *brittle* (*bt₂*) e *shrunk* (*sh2*), que destacam-se como os principais e acarretam mudanças no metabolismo vegetal, resultando no bloqueio da conversão dos açúcares em amido (GAMA et al., 1992; SILVA, 1994).

O gene *su₁* é encontrado nos cultivares do grupo doce-cristal, apresentando como limitação o curto período de permanência dos grãos no ponto de colheita, resultando em perda do sabor adocicado. Os cultivares do grupo superdoces ou extradoces são portadores do gene *bt₂* ou do gene *sh2* na forma homozigota recessiva, e com isso apresentam aumento do teor de sacarose no endosperma dos grãos imaturos ao nível de 25% da matéria seca presente 24 dias após a polinização (SILVA, 1994). A ação desses genes também provoca mudanças de aroma, maciez, textura, aparência da planta e espiga, composição química e na longevidade das sementes (GUISCHEM, 2002).

As sementes de milho-doce, grupo superdoce, em geral possuem menor porcentagem de germinação e emergência de plântulas em campo do que as de milho comum (WATERS e BLANCHETTE, 1983). Esse desempenho inferior é atribuído a menor quantidade de amido e a maior quantidade de açúcares que cristalizam-se no endosperma, causando o enrugamento das sementes durante a desidratação, na fase final da maturação, formando espaços internos entre a camada de aleurona e o pericarpo da semente madura (DOUGLAS et al., 1993). A espessura do pericarpo das sementes de milho-doce também difere do milho comum, apresentando em média 48 microns para híbridos comerciais, enquanto o milho comum apresenta 111 microns (HELM e ZUBER, 1969; SCHMIDT e TRACY, 1988).

A menor espessura do pericarpo e maior quantidade de açúcares do endosperma de milho-doce são características resultantes de programas de melhoramento genético visando atender ao mercado consumidor. No entanto, essas características tornam as sementes de milho-doce mais suscetíveis aos danos mecânicos e a entrada e proliferação de patógenos, demandando cuidados adicionais na semeadura, colheita, secagem e no armazenamento das sementes (WATERS e BLANCHETTE, 1983).

Assim, a colheita das sementes de milho-doce, na região sudeste do Brasil, ocorre no período de outono e inverno para evitar a precipitação pluvial e altas temperaturas. Porém, a semeadura e a conseqüente demanda por sementes são distribuídas ao longo do ano, para atender o abastecimento da indústria de milho-verde processado, tornando necessário o armazenamento das sementes e, importante à classificação dos lotes quanto ao vigor. Os testes de vigor e de germinação auxiliam nas decisões internas das empresas produtoras de sementes quanto ao destino dos lotes; como nas prioridades de comercialização, de regiões de distribuição e de armazenamento (VIEIRA e CARVALHO, 1994).

Entre os testes de vigor de mais fácil aplicação, está o teste da primeira contagem, que é realizada para facilitar a condução do teste de germinação. Este se baseia no fato da velocidade da germinação ser um dos primeiros parâmetros a ser afetado no processo de deterioração (NAKAGAWA, 1999). Utilizando-se o mesmo princípio, pode-se avaliar o vigor de um lote de sementes de milho através da avaliação da precocidade de emissão da raiz

primária (SALGADO, 1996; TOLEDO et al., 1999). Esses testes apresentam as vantagens de serem econômicos, práticos e simples.

Existem testes de vigor que avaliam a qualidade das sementes por características bioquímicas, como o teste da condutividade elétrica, que avalia indiretamente a integridade das membranas celulares através da concentração de eletrólitos liberados pelas sementes durante a embebição, pois membranas organizadas com tecidos íntegros dificultam a perda de líquidos para a solução, que é uma característica de sementes de alta qualidade (DELOUCHE e BASKIN, 1973; BEWLEY e BLACK, 1985).

Pesquisas realizadas com sementes de olerícolas e de grandes culturas têm demonstrado que o decréscimo na germinação e no vigor é diretamente proporcional ao aumento da concentração de eletrólitos liberados pelas sementes durante a embebição. O teste de condutividade elétrica apresenta como vantagem a rapidez, pois fornece resultados no prazo máximo de 24 horas (VIEIRA e CARVALHO, 1994).

Um teste amplamente utilizado em programas de controle de qualidade de instituições e empresas para a avaliação das sementes de milho é o teste de frio, que tem a finalidade de estimar o desempenho das sementes no campo, no armazenamento e também na determinação do vigor relativo de lotes (POPINIGIS, 1985).

O teste de frio foi desenvolvido na área denominada cinturão do milho, localizada nos Estados Unidos da América, e sua metodologia busca simular as condições desfavoráveis que ocorrem com frequência nesta região durante a época de semeadura, como o excesso de água no solo e as temperaturas baixas. Este teste seleciona como mais vigorosos os lotes que apresentam maior germinação nessas condições e, por isso, é classificado como um teste de estresse (MARCOS FILHO et al., 1987).

O teste de envelhecimento acelerado é também classificado como um teste de estresse e tem sido aprimorado quanto à metodologia desde que foi desenvolvido por Delouche em 1965. Este teste foi criado com o intuito de avaliar o vigor das sementes, tentando estimar o potencial de armazenamento (DELOUCHE e BASKIN, 1973), pois sementes de menor qualidade deterioram-se mais rapidamente que as mais vigorosas, apresentando menor germinação após o período de envelhecimento artificial (JIANHUA e McDONALD, 1996).

O teste de envelhecimento acelerado baseia-se no aumento da deterioração das sementes pela exposição dessas às condições de temperatura e umidade relativa consideradas altas (40 a 45°C e próxima a 100% de UR), que são os fatores ambientais mais relacionados à deterioração das sementes (DELOUCHE, 1965; DELOUCHE e BASKIN, 1973).

Este teste vem sendo adotado em programas de controle de qualidade por empresas produtoras de sementes e tem apresentado boas correlações com o armazenamento e a emergência de plântulas em campo para sementes de diversas espécies, inclusive o milho (BILIA, et al., 1994; COSTA, et al., 1984; PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 2001; MARTINS et al., 2002; TORRES, 2002; DIAS et al., 2003).

Na metodologia inicialmente adotada pelos laboratórios de análise, o teste de envelhecimento acelerado era realizado em equipamentos dotados de uma câmara interna com prateleiras perfuradas, onde saquinhos confeccionados em tela contendo as amostras de sementes eram pendurados nas prateleiras, para que essas fossem expostas às condições de envelhecimento. Havia uma câmara externa dotada de uma resistência elétrica com termostato, submersa em água para manter a umidade relativa do ar e a temperatura desejada. Mas, essa metodologia não permitia uma uniformidade na exposição de todas as sementes da amostra ao ambiente, promovendo variações nas subamostras do teste e inconsistência nos resultados (MARCOS FILHO, 1994).

Assim, o método da caixa plástica ou “mini-câmara” foi desenvolvido por McDonald e Phaneendranath (1978) e consiste em adicionar 40mL de água no fundo de uma caixa plástica de 11 x 11 x 3,5cm contendo uma tela inoxidável fixada no seu interior, sobre a qual as sementes são distribuídas; o conjunto é levado a um germinador, incubadora ou estufa previamente regulados à temperatura desejada, no qual é mantido durante o período de tempo recomendado para a espécie em estudo (SANTOS et al., 2002; FANAN et al., 2006), proporcionando melhor uniformidade de exposição das sementes ao estresse.

Embora o teste de envelhecimento acelerado seja considerado pela International Seed Testing Association (ISTA), suficientemente padronizado para ser recomendado para a avaliação do vigor de sementes de soja e sugerido por essa associação para ser aplicado em sementes de milho (HAMPTON e TREKONY, 1995), tem sido alvo de estudos visando o aprimoramento da sua metodologia para diferentes espécies, tais como arroz

(ALBUQUERQUE et al., 1995), algodão (USBERTI, 1982), cenoura, alface e brócolo (RIBEIRO e CARVALHO, 2001), erva-doce (TORRES, 2004), lentilha (FREITAS e NASCIMENTO, 2006), milho (FESSEL et al., 2000; WOLTZ e TEKRONY, 2001; BITTENCOURT e VIEIRA, 2006), milho-doce (SANTOS et al., 2002), melão (TORRES e MARCOS FILHO, 2003), pimenta (BHERING et al., 2006), quiabo (TORRES e CARVALHO, 1998), rabanete (ÁVILA et al., 2006), trigo (MODARRESI, et al., 2002, FANAN et al., 2006), soja (MARCOS FILHO et al., 2001; SCAPA NETO et al., 2001) e maxixe (TORRES e MARCOS FILHO, 2001).

No entanto, não existe ainda um consenso entre os pesquisadores, quanto às condições mais adequadas de temperatura e período de exposição para a realização do teste de envelhecimento acelerado com sementes de milho. Várias proposições são apresentadas na literatura: 42°C/72h (DIAS e BARROS, 1995; SANTOS et al., 2002), 42°C/96h (MEDINA e MARCOS FILHO, 1990), 43°C/72h (AOSA, 2002) e 45°C/72h (HAMPTON e TEKRONY, 1995; FESSEL et al., 2000; WOLTZ e TEKRONY, 2001; DUTRA e VIEIRA, 2004), 45°C/96h (TEKRONY, 1993).

Essas informações divergem das obtidas por Spinola et al. (2000), que em condições de menor estresse das sementes, 41°C e períodos de exposição superiores a 72 horas, observaram a deterioração excessiva das sementes, o que não permitiu a diferenciação de lotes de milho em classes de vigor.

Esta diversidade de propostas dificulta não só a obtenção de resultados consistentes e padronizados, como também, a comparação de resultados e a escolha do procedimento a ser utilizado (BITTENCOURT e VIEIRA, 2006).

Marcos Filho (1999) comenta que alguns aspectos da metodologia deste teste para sementes de diferentes culturas, dentre as quais, o milho merece continuidade de estudo para o esclarecimento de dúvidas, como por exemplo, as combinações de temperatura e tempo de exposição.

Esse conhecimento torna-se ainda mais importante para o milho-doce, se considerarmos as características que o diferenciam do milho comum e o fato de existirem poucas informações referentes ao teste de envelhecimento acelerado para populações portadoras do gene *shrunken-2*, principalmente para aqueles que são cultivados no Brasil (SANTOS et al., 2002).

Visando estudar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado tradicional na classificação do vigor de quatro lotes de sementes de milho-doce BR 400 (*br*), Santos et al. (2002) recomendam a temperatura de 42°C por um período de 72 horas de exposição. Esta metodologia tem sido utilizada como ferramenta na avaliação da qualidade de sementes em trabalhos sobre o teor de água na colheita e temperatura de secagem (GUISCEN et al., 2002); e na correlação dos resultados do teste de envelhecimento acelerado com o estado final de plantas com o gene *sh2* (WILSON JR. et al., 1992).

Segundo Mello e Tillmann (1987), existem variações dos resultados em relação à padronização no uso do teste de envelhecimento acelerado, sendo as principais causas o grau de umidade inicial das sementes, a espécie, o cultivar, o período de exposição e a temperatura utilizada.

Dependendo do teor de água inicial das sementes, a deterioração poderá ser maior ou menor, pois o processo de deterioração é mais drástico em sementes com maior teor de água (MARCOS FILHO e VINHA, 1980; LEMOS et al., 1999). Portanto, recomenda-se que as sementes apresentem de 11 a 13% de água ao serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, com variação máxima de 2% entre as amostras (MARCOS FILHO, 1999). Scappa Neto et al. (2001) observaram que a germinação de sementes de feijão, após o envelhecimento acelerado dos lotes de sementes com teor de água inicial entre 8 a 10% apresentaram respostas similares, enquanto as sementes envelhecidas com 12% de teor de água inicial apresentaram desempenho inferior às aquelas com 8%.

Por outro lado, um dos principais indicadores da uniformidade das condições do envelhecimento acelerado é o teor de água das sementes ao final do teste. Variações de 3 a 4% entre as amostras são toleráveis (MARCOS FILHO, 1999). Assim, é imprescindível em trabalhos de avaliação da metodologia de testes de envelhecimento acelerado que, além das amostras, os lotes de sementes a serem comparados também apresentem teor de água inicial semelhante e final com diferenças inferiores a 4%.

Por isso, os lotes a serem comparados nos testes de envelhecimento acelerado devem apresentar uniformidade no tamanho e na proporção das sementes, pois para um mesmo potencial hídrico, sementes pequenas apresentam maior porcentagem relativa de absorção de água do que as sementes maiores, o que pode afetar o teor de água final, como foi constatado para sementes de milho (SHIEH e McDONALD, 1982), soja (TAO, 1978;

LOEFFLER et al., 1998; MARCOS FILHO et al., 2000; VIEIRA et al., 2002) e girassol (MARCOS FILHO et al., 1986; AGUIAR et al., 2001).

Assim, algumas linhas de pesquisa buscam minimizar as diferenças de hidratação das sementes expostas à atmosfera úmida, que podem originar variações significativas no seu teor de água (TORRES, 2002).

Visando minimizar as variações na hidratação das sementes e nos resultados, foi proposta por Jianhua e McDonald (1996) a substituição da água destilada por soluções saturadas de sais na condução do teste de envelhecimento acelerado por promoverem a redução da umidade relativa no interior das caixas plásticas (KCl-87% de UR, NaCl-76% de UR, NaBr-55% de UR), proporcionando menor velocidade de hidratação das sementes durante o envelhecimento acelerado e menor teor de água ao final do teste, com maior eficiência na avaliação do vigor (BARR et al., 1998; PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 2001; TORRES, 2005).

O uso de solução saturada de NaCl para sementes de brócolis pode proporcionar teor de água menor e mais uniforme após os períodos de envelhecimento, revelando vantagens na utilização desse procedimento em relação ao com água, propiciando uma menor taxa de deterioração e com isso, resultados menos drásticos, mais uniformes e a correlação dos resultados com a emergência de plântulas em substrato (MARTINS et al., 2002; FESSEL et al., 2003).

Também foi observada maior eficiência do teste de envelhecimento acelerado com uso de soluções saturadas de NaCl na classificação de lotes de sementes com diferentes níveis de vigor em pimentão (PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 1998), maxixe (TORRES e MARCOS FILHO, 2001) e na comparação de populações de milho-doce que possuem o gene *sh2* (BARR et al., 1998).

Torres e Marcos Filho (2001) observaram que a utilização de solução saturada de NaCl diminui a absorção de água pelas sementes de maxixe durante o teste de envelhecimento acelerado, acarretando uma taxa de deterioração menos acentuada, resultados menos drásticos e mais uniformes.

No entanto, Ribeiro e Carvalho (2001) trabalhando com sementes de brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck), cenoura (*Daucus carota* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.), concluíram que o uso de NaCl e KCl não forneceram resultados consistentes na

avaliação do vigor destas sementes quando comparado com o uso de água, e Bhering et al. (2006) constataram que o teste de envelhecimento acelerado independente da umidade relativa do ar dentro das caixas plásticas foi eficiente na avaliação do vigor das sementes de pimenta, fornecendo informações semelhantes aos obtidos na primeira contagem e germinação a baixa temperatura.

Para a maioria das olerícolas o teste de envelhecimento acelerado com água pode apresentar limitações porque essas sementes embebem e deterioram-se mais rapidamente, característica similar a do milho-doce, dificultando a obtenção de resultados confiáveis (TORRES e MARCOS FILHO, 2001). Por isso, o uso de soluções salinas no teste de envelhecimento acelerado pode ser uma alternativa eficiente na determinação do vigor de sementes de milho-doce.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Procedência das sementes

Neste trabalho, foram utilizados dez lotes de sementes de milho-doce superdoce híbrido DO-04 shrunken-2 (*sh2*), produzidos em áreas irrigadas com pivô central e colhidos em agosto de 2003, na região de Guaíra, Estado de São Paulo. Os lotes receberam a numeração de 1 a 10 e estavam identificados com os seguintes códigos de produção da empresa Dow Agrosiences: MPS31D46363 (L1); MPS31D46328 (L2); MPS31D46331(L3); MPS31D46327 (L4); MPS31D46311 (L5); MPS31D46329 (L6); MPS31D46350 (L7); MPS31D46330 (L8); MPS31D46332 (L9) e MPS31D46351 (L10).

Cada lote comercial apresentava 8 toneladas de sementes não classificadas e foi amostrado conforme as recomendações das Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 1992). Amostras médias de 5 kg de sementes por lote foram enviadas ao Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura, da Faculdade de Ciências Agronômicas – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu – SP para a realização das determinações, dos testes de avaliação da qualidade fisiológica, aplicação das metodologias do teste de envelhecimento acelerado e armazenamento das sementes.

3.2 Determinações

A classificação por peneira foi realizada com o objetivo de identificar a proporção de sementes por peneira dentro de cada lote, pois devido à pequena quantidade de sementes de milho-doce produzida, não foi possível a utilização de lotes com sementes de uma determinada peneira ou tamanho.

Também foi determinado o teor de água inicial das sementes para garantir a uniformidade deste entre os lotes, pois variações no teor de água inicial entre os lotes podem alterar a velocidade de umedecimento e de deterioração das sementes durante o teste de envelhecimento acelerado, comprometendo assim os resultados do teste.

3.2.1 Classificação por peneira

Para a determinação da proporção de sementes por peneira, foi realizado o peneiramento de uma amostra de 500 g de sementes por lote em peneiras de crivos circulares dos tamanhos 22/64", 20/64", 18/64", 16/64" e 14/64" (8,73; 7,93; 7,14; 6,35 e 5,56 mm, respectivamente) e calculada da porcentagem de sementes retidas em cada peneira. Posteriormente o total de sementes de cada lote foi peneirado, e as sementes de tamanho inferior a 14/64" foram descartadas.

3.2.2 Teor de água das sementes

Antes e após a aplicação das metodologias dos testes de envelhecimento acelerado, o teor de água foi determinado pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas, utilizando-se duas subamostras de 25 sementes (BRASIL, 1992).

3.3 Testes para caracterização da qualidade fisiológica das sementes

3.3.1 Germinação

Foi realizado com oito subamostras de 50 sementes por lote, em rolo de papel toalha (RP), previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato, na temperatura de 30°C no escuro, determinando-se a porcentagem de plântulas normais, avaliadas no quarto e sétimo dias após a instalação do teste (BRASIL,

1992). Visando a manutenção da umidade do substrato para o teste de germinação conduzido em germinadores de câmara vertical tipo B.O.D., o conjunto de rolos de papel toalha mais sementes foram acondicionados em sacos plásticos perfurados conforme metodologia desenvolvida por Coimbra et al. (2005).

3.3.2 Primeira contagem da germinação

Avaliação das plântulas normais no quarto dia do teste de germinação com resultados expressos em porcentagem (NAKAGAWA, 1999).

3.3.3 Precocidade de emissão da raiz primária

Realizado com oito subamostras de 50 sementes, em rolo de papel toalha, previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato, na temperatura de 30°C no escuro. As contagens foram realizadas trinta e duas horas após a instalação do teste, contabilizando-se a porcentagem de sementes que emitiram raiz primária (TOLEDO et al., 1999) (Figura 1).

3.3.4 Emergência de plântulas em campo

Para este teste foram semeadas, em 11 de julho de 2004, quatro subamostras de 100 sementes por lote, em sulcos de quatro metros de comprimento e três centímetros de profundidade no espaçamento de vinte e cinco centímetros entre sulcos (Figura 2).

A contagem das plântulas emersas foi realizada aos 21 dias após a semeadura e os resultados foram apresentados em porcentagem (PINTO, 2000). Durante a condução do teste foram realizadas irrigações, quando necessário, e a temperatura média do ambiente foi registrada diariamente.



FIGURA 1. Sementes de milho-doce, híbrido DO-04, apresentando a emissão da raiz primária, trinta e duas horas após a instalação do teste. Botucatu, SP, 2006.



FIGURA 2. Emergência das plântulas em campo para sementes de milho-doce, híbrido DO-04, doze dias após a semeadura. Botucatu, SP, 2006.

3.3.5 Teste de Frio

Foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes para cada lote, em rolos de papel toalha umedecidos com 2,5 vezes a massa do substrato em água destilada, acondicionados em sacos plásticos vedados com fita adesiva e mantidos a temperatura de 10°C durante sete dias e a 30°C por quatro dias, contabilizando-se a porcentagem de plântulas normais ao final do período (BARROS et al., 1999).

3.3.6 Condutividade elétrica

Utilizou-se na metodologia deste teste o sistema de massa, com quatro repetições de 50 sementes por lote, com a massa determinada em balança com precisão de 0,01g e colocadas em copos plásticos com 75mL de água destilada a 25°C por 24 horas (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999). Decorrido esse período a condutividade elétrica da solução foi determinada em condutivímetro (Digimed DM31) e os valores médios foram calculados e expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de semente.

3.4 Metodologias do teste de envelhecimento acelerado.

Nas variações da metodologia do teste de envelhecimento acelerado foram estudadas três umidades relativas (UR) distintas: 100% UR obtida pelo uso de 40 ml de água destilada (McDONALD e PHANEENDRANATH, 1978); 87% UR obtida utilizando-se 40 ml de solução saturada de cloreto de potássio (32g KCl /100ml de água destilada) e 76% de UR obtida utilizando-se 40 ml de solução saturada de cloreto de sódio (40g NaCl /100ml de água destilada) (JIANHUA e McDONALD, 1996). Também foram estudados quatro períodos de exposição das sementes a essas umidades: 24, 48, 72 e 96 horas.

Assim, para cada tratamento e lote foram utilizadas 450 sementes, distribuídas em camada única sobre uma tela de alumínio, inserida em caixas plásticas (11 x 11 x 3,5cm) próprias para o teste de envelhecimento acelerado (McDONALD e PHANEENDRANATH, 1978). No fundo de cada caixa plástica foi adicionada água destilada ou solução saturada, dependendo da umidade relativa pretendida, e as caixas fechadas foram embaladas em sacos plásticos com 0,05 mm de espessura e mantidas a 42°C pelos períodos de exposição pré-estabelecidos (MARCOS FILHO, 1999; GUISCHEM, 2002; SANTOS et al., 2002) como pode ser observado na Figura 3. Após cada tratamento foi determinado o vigor

das sementes, utilizando-se o mesmo procedimento do teste de germinação, mas com contagem no quarto dia e o teor de água das sementes.

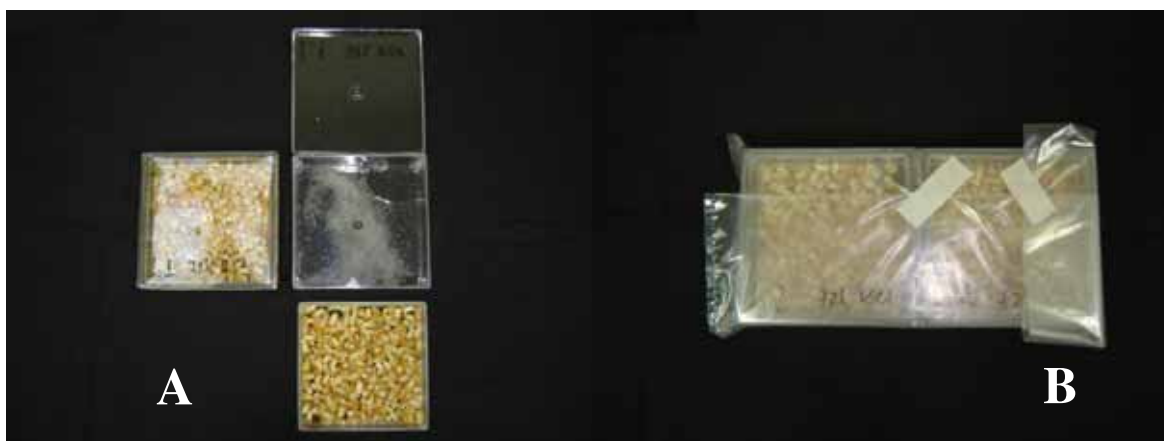


FIGURA 3. Caixas plásticas apresentando as diferentes partes (A) e fechadas e embaladas (B), com sementes de milho-doce, híbrido DO-04, antes de serem colocadas na câmara para o envelhecimento acelerado. Botucatu, SP, 2006.

3.5 Armazenamento

Com o objetivo de identificar os lotes mais favoráveis à emergência das plântulas em campo e ao armazenamento, amostras dos dez lotes de sementes foram armazenadas em sacos de papel multifoliados por dezesseis meses à temperatura de 10°C e umidade relativa do ar de 40%, condições de ambiente de armazém adotadas pelas empresas produtoras de sementes de milho-doce, e em intervalos quadrimestrais foram avaliadas quanto à germinação das sementes e a emergência das plântulas em campo, seguindo metodologia descrita anteriormente. Antes da instalação dos testes, as amostras dos lotes foram mantidas por três dias em condições de laboratório para que as sementes entrassem em equilíbrio com a temperatura e umidade relativa do ar ambiente.

3.6 Análise estatística

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, com 8 repetições por lote para o teste de germinação, primeira contagem da germinação e precocidade de emissão da raiz primária, 2 repetições para a determinação do

teor de água das sementes e 4 repetições para os demais parâmetros avaliados. Os parâmetros que apresentaram dados em porcentagem com valores nulos foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$ (BARBIN, 2003) e os demais dados foram analisados sem transformação. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância (ZAR, 1999). As médias apresentadas nas tabelas referem-se aos dados originais.

Na avaliação das metodologias do teste de envelhecimento acelerado, a análise estatística foi realizada em delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 10 x 3 x 4 (lotes x UR x períodos), com oito repetições e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância (ZAR, 1999).

3.7 Análise conjunta dos testes pelo método das pontuações

Realizou-se a análise conjunta dos testes seguindo a metodologia desenvolvida por Caliari e Silva (2001), na qual os lotes receberam pontuações de acordo com o desempenho em cada teste. No cálculo dessas pontuações foram consideradas a classificação estatística, baseada nos resultados da análise estatística, e a classificação absoluta, baseada nos valores absolutos, conforme exemplo hipotético (Tabela 1).

Na classificação estatística, foi atribuída uma pontuação para cada lote em função da sua classificação no teste de médias (Tukey), ou seja, o lote recebe um ponto positivo para cada lote ao qual ele é estatisticamente superior e, um ponto negativo para cada lote ao qual ele é inferior. No exemplo hipotético da Tabela 1, para o teste A, o lote 4, por receber a letra “a” no teste de médias, quando comparado aos demais lotes, é estatisticamente superior aos lotes 3 e 5 (+ 2 pontos), e não é inferior a nenhum lote (zero pontos), totalizando dois pontos positivos (2 + 0). O lote 3, por receber as letras “bc”, não é estatisticamente superior a nenhum lote (zero pontos), sendo inferior apenas ao lote 4 (-1 ponto), totalizando um ponto negativo (0 - 1). Para facilitar a visualização dos resultados, para cada teste, os lotes são dispostos em ordem decrescente na coluna de vigor.

Na classificação absoluta, foi atribuído o valor 1 (um) de pontuação para o(s) lote(s) de menor valor, com pontuação crescente até o lote de maior valor dentro de cada teste avaliado. No exemplo da Tabela 1, o lote 5 recebeu a pontuação 1 (um), por ser o lote de menor valor dentro do teste A, já o lote 4, recebeu a pontuação 5 por ser o lote de maior valor. No caso de valores idênticos, os lotes recebem a mesma pontuação.

Tabela 1. Exemplificação hipotética, considerando-se as classificações estatística e absoluta, de pontuações e cálculo de presenças simultâneas, em cada teste e no conjunto de testes, dos lotes nos grupos de desempenho superior ao médio (SM), médio (M) e inferior ao médio (IM).

Classificação estatística											
Lote	Teste A			Teste B			Conjunto de testes (Teste A + Teste B)			Taxa de presença simultânea de lotes no teste e no conjunto de testes	
	Dados		Lote	Dados		Lote	Pontuação		Grupos		
	Pontuação	Grupos		Pontuação	Grupos		Pontuação	Grupos			
Classificação absoluta											
L4 ¹	100 a	2+0=2	SM	L2	100 a	3+0=3	SM	L4	2+1=3	SM	M
L1	99 ab	1+0=1	SM	L4	99 ab	1+0=1	SM	L2	0+3=3	SM	SM
L2	90 abc	0+0=0	M	L5	98 b	1-1=0	M	L1	1-1=0	M	IM
L3	89 bc	0-1=-1	IM	L1	90 bc	0-1=-1	IM	L5	-2+0=-2	IM	IM
L5	87 c	0-2=-2	IM	L3	88 c	0-3=-3	IM	L3	-1+-3=-4	IM	IM
Classificação absoluta											
L4 ²	100	5	SM	L2	100	5	SM	L4	5+4=9	SM	M
L1	99	4	SM	L4	99	4	SM	L2	3+5=8	SM	SM
L2	90	3	M	L5	98	3	M	L1	4+2=6	M	IM
L3	89	2	IM	L1	90	2	IM	L5	1+3=4	IM	SM
L5	87	1	IM	L3	88	1	IM	L3	2+1=3	IM	IM

1. L4 é estatisticamente superior a L3 e L5 (≅2) e não é estatisticamente inferior a nenhum lote (≅0).

2. L4 recebe a maior pontuação (≅5) do grupo de cinco lotes.

O conjunto de testes é formado pelo somatório dos valores obtidos em todos os testes, para um mesmo lote, e representa o desempenho geral do lote (Tabela 1).

Para cada teste e para o conjunto de testes, foi identificado o lote de desempenho médio (M) e os lotes foram distribuídos em grupos superiores à média (SM), médios (M) e inferiores à média (IM). Na classificação estatística, o desempenho médio foi estabelecido pelos lotes com pontuação nula (zero). Na classificação absoluta, o desempenho médio foi atribuído ao lote com pontuação intermediária às demais, ou seja, foi atribuído o valor resultante da média total da pontuação dos lotes dentro do teste ou no conjunto de testes.

Assim, para ambas classificações, após a determinação dos agrupamentos, foi calculada a taxa de presenças simultâneas de lotes em um mesmo grupo, em cada teste e no conjunto dos testes, que é calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Taxa} = \frac{\sum \text{grupo simultâneo (presente ao mesmo tempo no teste e no conjunto de teste)}}{\sum \text{grupo (presente no teste)}}$$

No teste A da classificação estatística, para o grupo SM, existe apenas uma (1) presença simultânea no teste e no conjunto de testes verificada para o lote 4, ou seja, observa-se que apenas o lote 4 está no grupo SM no teste (teste A) e no conjunto de testes (teste A + teste B) ao mesmo tempo, e dentro do teste A existem dois (2) grupamentos SM (Lotes 1 e 4), e assim, a taxa de presenças simultâneas para o grupamento SM no teste A será:

$$\text{Taxa} = \frac{1 \text{ (L4)}}{2 \text{ (L1 e L4)}}, \text{ ou seja, } 50\%.$$

Essa taxa foi obtida para todos os testes realizados.

3.8 Análise de correlação

Posteriormente, foram calculados os coeficientes de correlação simples (r) entre os testes de germinação e emergência de plântulas em campo, e os testes de vigor que apresentaram os maiores valores na constituição dos grupamentos (SM e IM) formados segundo o desempenho geral dos lotes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação em peneiras mostrou que os diferentes lotes apresentaram sementes de tamanhos similares nas mesmas proporções, assegurando que os resultados dos testes não foram influenciados por diferenças no tamanho das sementes de milho-doce. Assim, as sementes retidas nas peneiras 18 e 16 predominaram, representando aproximadamente 79% da amostra, seguidas pelas peneiras 20 e 14 com 19% e pela peneira 22 que constituiu o 1% restante (Tabela 2).

A qualidade inicial dos lotes foi determinada pela germinação das sementes, emergência de plântulas em campo, primeira contagem da germinação, teste de frio, precocidade de emissão de raiz primária e condutividade elétrica (Tabela 3). O teor de água inicial das sementes foi próximo à 10% para a maioria dos lotes, com exceção do lote 7, que apresentou 9,3% de teor de água. Considerando-se que o teor de água inicial é um fator primordial para a padronização das avaliações a serem realizadas posteriormente, esses resultados asseguram a credibilidade dos dados obtidos no trabalho. Recomenda-se que amostras de sementes a serem comparadas não apresentem diferenças maiores que 2% de teor de água antes do envelhecimento, para não comprometerem os resultados devido às diferenças na velocidade de umedecimento e de deterioração das sementes durante o teste (MARCOS FILHO, 1999).

TABELA 2. Proporção (%) de sementes por peneiras de dez lotes comerciais de sementes de milho-doce, híbrido DO-04. Botucatu, SP, 2006.

Lote	Peneiras				
	22	20	18	16	14
1	1,30	12,36	44,10	34,86	7,38
2	1,12	10,95	48,25	32,24	7,44
3	1,19	11,89	45,22	34,42	7,28
4	1,84	11,67	44,69	34,30	7,50
5	1,92	11,48	45,52	33,75	7,33
6	1,57	11,80	47,42	31,07	8,14
7	1,43	15,10	51,53	26,40	5,54
8	1,28	17,46	53,17	23,49	4,60
9	1,03	11,89	54,07	27,55	5,46
10	1,17	11,58	54,20	27,95	5,10

TABELA 3. Teor de água das sementes (TA), germinação (G), emergência de plântulas em campo (EP), primeira contagem (PC), teste de frio (TF), precocidade de emissão da raiz primária (PERP) e condutividade elétrica (CE) de dez lotes comerciais de sementes de milho-doce híbrido DO-04. Botucatu, SP, 2006.

Lote	TA	G	EP	PC	TF	PERP	CE
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	($\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$)
1	10,0 ¹	79	64	62	59	3	43 A
2	10,3	76	59	57	65	4	44 AB
3	9,8	75	70	56	57	1	53 AB
4	10,1	78	64	59	65	5	54 AB
5	9,9	74	57	57	60	6	57 B
6	10,3	77	60	61	49	3	47 AB
7	9,3	76	62	57	61	1	57 B
8	10,0	74	70	59	57	2	47 AB
9	10,1	77	68	61	56	2	49 AB
10	10,2	76	63	60	63	3	46 AB
C.V. (%)	2,25	8,12	8,96	11,27	14,43	38,93	10,41

1. Ausência de letras ou médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Na Tabela 3 verifica-se que os lotes de sementes apresentaram porcentagens de germinação estatisticamente equivalentes entre si, e superiores a 60%, que é considerado o valor mínimo para a comercialização de sementes de milho-doce superdoce no Brasil (BRASIL, 2005). Isto é importante, pois um dos objetivos do teste de envelhecimento acelerado é identificar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes comerciais de sementes com germinação semelhante (MARCOS FILHO, 1999; BITTENCOURT e VIEIRA, 2006).

Os testes de emergência de plântulas em campo, primeira contagem do teste de germinação, teste de frio e precocidade de emissão de raiz primária, da mesma forma que a germinação, não apresentaram diferenças estatísticas entre os lotes, o que não permitiu a diferenciação qualitativa dos mesmos (Tabela 3). A temperatura média diária durante o período do teste de emergência de plântulas em campo manteve-se entre 17,5 e 22,4°C (Figura 4), ou seja, dentro dos limites favoráveis ao desenvolvimento da plântula (10°C e 40°C), e próximos à faixa de temperatura ideal, que está entre 25 e 30°C (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

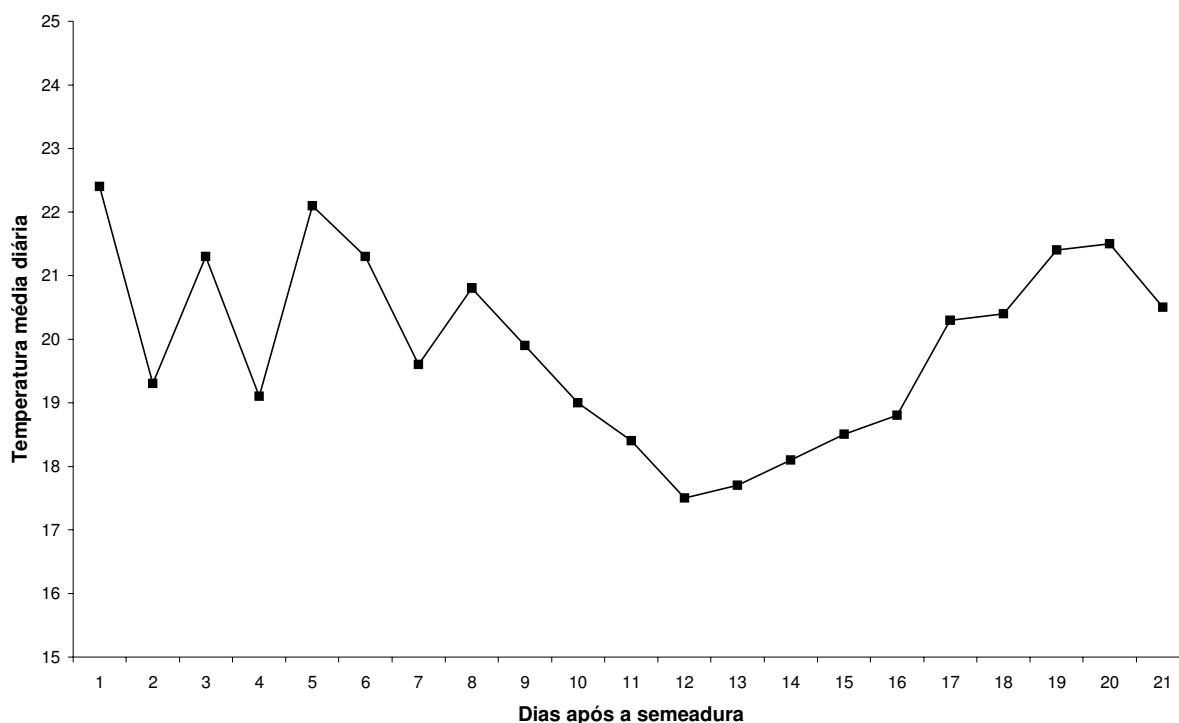


FIGURA 4. Temperaturas médias diárias registradas no decorrer do teste de emergência de plântulas em campo. Botucatu, SP, 2006.

Dentre os testes aplicados, somente o de condutividade elétrica foi capaz de identificar diferenças estatísticas entre os lotes, classificando-os em três classes de qualidade, sendo um lote de alto vigor (lote 1), sete lotes de médio vigor (lotes 4, 3, 9, 8, 6, 10 e 2) e dois lotes de baixo vigor (lotes 5 e 7) (Tabela 3). No entanto, o resultado de apenas um teste de vigor não é suficientemente confiável para a tomada de decisão quanto à classificação de lotes de sementes quanto à qualidade (GRABE, 1976; MARCOS FILHO, 1984).

Os teores de água dos dez lotes de sementes de milho-doce após os testes de envelhecimento acelerado apresentaram diferenças estatísticas apenas para os períodos de 72 horas com o uso de água e 24 e 72 horas com o uso de solução salina de cloreto de potássio, mas não diferiram em mais do que 4 pontos percentuais entre os lotes (Tabela 4). Assim, pode-se afirmar que as diferenças de teor de água entre os lotes não influenciaram os resultados dos testes de envelhecimento acelerado (Tabela 5), pois variações de 3 a 4% entre as amostras são consideradas toleráveis e garantem a uniformidade das condições de estresse utilizadas (MARCOS FILHO, 1999).

O uso das soluções salinas saturadas no teste de envelhecimento acelerado faz com que a umidade relativa no interior das caixas plásticas seja menor que a obtida com o uso de água e a hidratação das sementes seja mais lenta (JIANHUA e McDONALD, 1996). Assim, o teor de água das sementes submetidas ao envelhecimento com solução salina de KCl (UR=87%) permaneceu entre 14,5 e 16,4%, e com o uso de NaCl (UR=76%) entre 12,4 e 13,4%, independentemente do período de envelhecimento; enquanto nas sementes submetidas ao envelhecimento com água, o aumento do teor de água foi progressivo com o aumento do período de envelhecimento, apresentando valores entre 24,2 e 25,4% após 24 horas e entre 31,9 e 33,6% após 96 horas (Tabela 4).

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado com água e com soluções salinas de cloreto de potássio e de cloreto de sódio também não indicaram diferenças estatísticas de vigor entre os lotes de sementes estudados (Tabela 5). Porém, em valores absolutos, quando foram utilizadas as soluções salinas, observou-se a predominância do lote 1 destacando-se como de alto vigor em cinco metodologias testadas (24 e 48 horas com o uso de KCl e 48, 72 e 96 horas com NaCl), e a predominância do lote 7 como de baixo vigor, (48, 72 e 96 horas com o uso de KCl), confirmando a classificação de vigor obtida para esses lotes pelo teste de condutividade elétrica (Tabela 3).

TABELA 4. Teor de água das sementes (%) após o envelhecimento acelerado com água (H₂O), solução salina saturada de cloreto de potássio (KCl) e solução salina saturada de cloreto de sódio (NaCl) de dez lotes comerciais de sementes de milho-doce híbrido DO-04, com quatro períodos de envelhecimento à temperatura de 42°C, Botucatu, SP, 2006.

Lote	H ₂ O				KCl				NaCl			
	24h	48h	72h	96h	24h	48h	72h	96h	24h	48h	72h	96h
1	25,4 ¹	27,1	28,1 b	33,7	15,6 ab	15,3	14,7 abc	15,2	12,4	12,7	12,8	12,8
2	24,9	27,6	29,1 ab	33,7	15,5 abc	15,3	15,0 a	14,9	12,8	12,5	12,8	12,7
3	24,9	28,0	31,6 a	33,4	15,5 abc	15,3	14,8 ab	15,1	12,6	12,8	12,8	12,8
4	25,1	26,2	28,0 b	32,9	15,2 d	15,2	14,5 c	14,9	13,0	12,8	12,5	12,6
5	25,4	26,8	29,2 ab	31,9	15,4 bcd	15,2	14,8 ab	14,9	12,7	13,4	12,6	12,7
6	24,7	26,7	28,6 ab	32,5	15,4 bcd	15,3	14,6 bc	15,0	12,9	12,7	12,9	12,8
7	25,3	26,2	28,8 ab	32,7	15,4 bcd	15,1	14,7 abc	15,1	12,6	12,8	12,6	12,6
8	24,2	28,5	28,9 ab	33,6	15,4 bcd	16,4	14,8 ab	14,8	12,6	12,9	13,0	12,9
9	25,0	27,0	27,9 b	32,6	15,3 cd	15,3	14,8 ab	15,1	12,7	13,0	12,8	12,8
10	24,2	27,4	28,6 ab	32,9	15,7 a	15,7	14,9 a	14,9	12,7	13,4	12,9	12,7
C.V. (%)	2,1	3,1	2,8	1,5	0,5	11,3	0,5	1,0	1,8	16,1	0,4	1,8

1. Ausência de letras ou médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

TABELA 5. Vigor avaliado pela porcentagem de plântulas normais após o teste de envelhecimento acelerado de dez lotes de sementes de milho-doce, conforme o uso de água ou solução salina e períodos de envelhecimento acelerado à temperatura de 42°C. Botucatu, SP, 2006.

	Lote	Período de Envelhecimento Acelerado			
		24h	48h	72h	96h
		(%)	(%)	(%)	(%)
H₂O	1	58 ¹	64	63	63
	2	58	64	64	66
	3	59	60	64	62
	4	65	63	65	62
	5	58	69	64	58
	6	63	68	64	60
	7	60	62	61	56
	8	65	57	62	57
	9	60	64	57	65
	10	65	64	67	60
KCl	1	67	58	61	55
	2	63	58	62	56
	3	65	56	56	52
	4	63	53	66	55
	5	56	58	61	53
	6	60	51	63	56
	7	62	49	54	50
	8	67	50	60	56
	9	62	56	57	54
	10	65	56	62	54
NaCl	1	57	64	58	61
	2	63	52	56	59
	3	59	59	54	56
	4	57	55	58	59
	5	62	58	56	59
	6	59	52	58	55
	7	60	54	56	56
	8	63	53	57	56
	9	58	53	58	59
	10	60	57	58	56
C.V. (%)		12,5			

1. Ausência de letras ou médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Na comparação de lotes de sementes com germinação semelhante é necessária a aplicação de um conjunto de testes de vigor, pois cada teste utiliza diferentes características de desempenho das sementes na avaliação da qualidade (MARCOS FILHO, 1998). Nesse trabalho, somente o teste de condutividade elétrica selecionou, estatisticamente, os lotes em classes de vigor e, por isso, também foi utilizado o método das pontuações estabelecido por Caliari e Silva (2001), para uma avaliação conjunta dos testes aplicados aos dez lotes de sementes de milho-doce (Tabelas 6, 7, 8 e 9).

Na aplicação do método das pontuações o teste de condutividade elétrica foi o único a apresentar a classificação estatística e absoluta para o cálculo das pontuações dos lotes (Tabela 6). Os demais testes apresentaram somente classificação absoluta, devido à ausência de diferenças na análise estatística (Tabelas 6 e 7).

Para facilitar o entendimento dos resultados de cada teste avaliado por este procedimento, os lotes foram organizados em ordem decrescente de pontuações, localizando-se na parte superior das Tabelas 6 e 7 os lotes de alto vigor, com desempenho superior ao médio, e na parte inferior os lotes de baixo vigor, com desempenho inferior ao médio.

Utilizando-se a análise das pontuações e dos grupos de desempenho destacaram-se os lotes 1, 2, 4, 6 e 10 como de alto vigor, por apresentarem-se com as maiores pontuações e com classificados no grupo de desempenho superior ao médio em mais da metade dos testes utilizados na avaliação da qualidade das sementes, e os lotes 3, 5, 7 e 8 como de baixo vigor, com presença predominante nos grupos de desempenho inferior ao médio, por apresentarem as menores pontuações e desempenho inferior ao médio em mais da metade dos testes de avaliação da qualidade. O lote 9 por apresentar variações entre os grupos de desempenho, não pode ser enquadrado em uma determinada classe de vigor (Tabelas 6 e 7).

Na Tabela 8, a pontuação obtida pelo somatório das pontuações individuais do lote em todos os testes, representa o seu desempenho geral. Observando a presenças do lote em ambas classificações com presença no mesmo grupo de desempenho, pode-se classificar os lotes em três classes de vigor, sendo o lote 1 como de alto vigor, o lote 6 como de médio vigor e os lotes 5 e 7 de baixo vigor. Os demais lotes (2, 3, 4, 8, 9, e 10) não pareceram no mesmo grupo de desempenho nas classificações estatística e absoluta, o que não permitiu o enquadramento desses em uma determinada classe de vigor.

TABELA 6. Classificação dos lotes pelos testes de germinação, emergência de plântulas em campo, primeira contagem da germinação, teste de frio, precocidade de emissão de raiz primária e condutividade elétrica a partir da classificação estatística (CE) e absoluta (CA), através das pontuações (P) e grupos (G) de desempenho superior ao médio (SM), médio (M) e inferior ao médio (IM) de dez lotes comerciais de sementes de milho-doce híbrido DO-04. Botucatu, SP, 2006.

Germinação			Emergência de Plântulas em Campo			Primeira Contagem			Teste de Frio			Precocidade de Emissão da Raiz Primária			Condutividade Elétrica		
Lote	CA ¹		Lote	CA		Lote	P		Lote	P		Lote	P		Lote	P	
	P	G		P	G		P	G		P	G		P	G		P	G
1	6	SM	3	8	SM	1	6	SM	2	8	SM	5	6	SM	1	2	SM
4	5	SM	8	8	SM	6	5	SM	4	8	SM	4	5	SM	2	0	M
6	4	SM	9	7	SM	9	5	SM	10	7	SM	2	4	SM	10	0	M
9	4	SM	1	6	SM	10	4	SM	7	6	SM	1	3	M	6	0	M
2	3	M	4	6	SM	4	3	M	5	5	M	6	3	M	8	0	M
7	3	M	10	5	M	8	3	M	1	4	IM	10	3	M	9	0	M
10	3	M	7	4	IM	2	2	IM	3	3	IM	8	2	IM	3	0	M
3	2	IM	6	3	IM	5	2	IM	8	3	IM	9	2	IM	4	0	M
5	1	IM	2	2	IM	7	2	IM	9	2	IM	3	1	IM	7	-1	IM
8	1	IM	5	1	IM	3	1	IM	6	1	IM	7	1	IM	5	-1	IM

1. Ausência de CE na tabela indica que não houve diferença estatística entre os lotes, utilizando-se somente da classificação absoluta.

TABELA 7. Classificação dos lotes pelo teste de envelhecimento acelerado a partir da classificação estatística (CE) e absoluta (CA), através das pontuações (P) e grupos (G) de desempenho superior ao médio (SM), médio (M) e inferior ao médio (IM) de dez lotes comerciais de sementes de milho-doce híbrido DO-04. Botucatu, SP, 2006.

Período de envelhecimento acelerado												
	Lote	24h		Lote	48h		Lote	72h		Lote	96h	
		CA ¹			CA			CA			CA	
		P	G		P	G		P	G		P	G
H ₂ O	4	5	SM	5	7	SM	10	7	SM	2	8	SM
	8	5	SM	6	6	SM	4	6	SM	9	7	SM
	10	5	SM	1	5	SM	2	5	SM	1	6	SM
	6	4	SM	2	5	SM	3	5	SM	3	5	M
	7	3	M	9	5	SM	5	5	SM	4	5	M
	9	3	M	10	5	SM	6	5	SM	6	4	IM
	3	2	IM	4	4	M	1	4	M	10	4	IM
	1	1	IM	7	3	IM	8	3	IM	5	3	IM
	2	1	IM	3	2	IM	7	2	IM	8	2	IM
	5	1	IM	8	1	IM	9	1	IM	7	1	IM
KCl	1	6	SM	1	6	SM	4	8	SM	2	6	SM
	8	6	SM	2	6	SM	6	7	SM	6	6	SM
	3	5	SM	5	6	SM	2	6	SM	8	6	SM
	10	5	SM	3	5	SM	10	6	SM	1	5	SM
	2	4	M	9	5	SM	1	5	M	4	5	SM
	4	4	M	10	5	SM	5	5	M	9	4	M
	7	3	IM	4	4	M	8	4	IM	10	4	M
	9	3	IM	6	3	IM	9	3	IM	5	3	IM
	6	2	IM	8	2	IM	3	2	IM	3	2	IM
	5	1	IM	7	1	IM	7	1	IM	7	1	IM
NaCl	2	6	SM	1	8	SM	1	5	SM	1	4	SM
	8	6	SM	3	7	SM	4	4	SM	2	3	M
	5	5	SM	5	6	SM	6	4	SM	4	3	M
	7	4	M	10	5	SM	9	4	SM	5	3	M
	10	4	M	4	4	M	10	4	SM	9	3	M
	3	3	IM	7	3	IM	8	3	M	3	2	IM
	6	3	IM	8	2	IM	2	2	IM	10	2	IM
	9	2	IM	9	2	IM	5	2	IM	8	2	IM
	1	1	IM	2	1	IM	7	2	IM	7	2	IM
	4	1	IM	6	1	IM	3	1	IM	6	1	IM

1. Ausência de CE na tabela indica que não houve diferença estatística entre os lotes, utilizando-se somente da classificação absoluta.

TABELA 8. Desempenho geral do lote, pontuações e grupos de desempenho superior ao médio (SM), médio (M) e inferior ao médio (IM), atribuídos ao conjunto dos testes a partir da classificação estatística e absoluta. Botucatu, SP, 2006.

Classificação Estatística			Classificação Absoluta		
Lote	Pontuação	Grupo	Lote	Pontuação	Grupo
1	2	SM	1	89	SM
2	0	M	10	84	SM
3	0	M	4	82	SM
4	0	M	2	79	SM
6	0	M	6	67	M
8	0	M	9	66	IM
9	0	M	8	64	IM
10	0	M	5	63	IM
5	-1	IM	3	59	IM
7	-1	IM	7	43	IM

Devido à ausência da classificação estatística para a todos os testes, com exceção da condutividade elétrica, a classificação absoluta foi a que definiu a porcentagem de presenças simultâneas dos lotes nos grupos superior (SM) e inferior (IM) ao médio (Tabela 9).

A taxa de presenças simultâneas demonstra que os testes de envelhecimento acelerado por 48 e 72 horas com o uso de água, por 72 e 96 horas com o uso de solução salina de cloreto de potássio, de germinação e de precocidade de emissão da raiz primária são eficientes na identificação dos lotes com desempenho inferior ao médio (IM), ou seja, lotes de baixo vigor, pois esses testes apresentaram 100% de presenças simultâneas nos grupos de desempenho inferior ao médio (Tabela 9). Na identificação de lotes com desempenho superior ao médio (SM), destacou-se o teste de envelhecimento acelerado por 96 horas com o uso de solução salina de cloreto de sódio, pois também apresentou 100% de presenças simultâneas neste grupo (Tabela 9).

Ao avaliarem 45 lotes de sementes de milho através do método das pontuações, Caliari e Silva (2001) também relataram que a maior eficiência na classificação dos lotes foi observada no grupamento de desempenho inferior ao médio.

TABELA 9. Taxa de presenças simultâneas de lotes nos grupos superior ao médio (SM) e inferior ao médio (IM), verificadas no teste e no conjunto de testes, formados a partir da classificação estatística e absoluta para os testes de envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em campo (EP), germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), teste de frio (TF), precocidade de emissão da raiz primária (PERP) e condutividade elétrica (CE) aplicados em dez lotes comerciais de sementes de milho-doce híbrido DO-04. Botucatu, SP, 2006.

Testes	Classificação Estatística		Classificação Absoluta	
	Presenças simultâneas (%)		Presenças simultâneas (%)	
	SM	IM	SM	IM
EA 24h H₂O	- ¹	-	50	50
EA 48h H₂O	-	-	50	100
EA 72h H₂O	-	-	50	100
EA 96h H₂O	-	-	67	60
EA 24h KCl	-	-	50	75
EA 48h KCl	-	-	50	67
EA 72h KCl	-	-	75	100
EA 96h KCl	-	-	60	100
EA 24h NaCl	-	-	33	40
EA 48h NaCl	-	-	75	60
EA 72h NaCl	-	-	60	50
EA 96h NaCl	-	-	100	60
EP	-	-	40	50
G	-	-	50	100
PC	-	-	50	75
TF	-	-	75	60
PERP	-	-	67	100
CE	100	100	60	75

1. Teste em que não houve diferença estatística pelo teste Tukey a 5% de significância.

Quando observadas as porcentagem de presenças simultâneas para ambos grupos de desempenho (SM e IM), destacaram-se entre os testes o de envelhecimento acelerado com solução salina de cloreto de potássio por 72 horas de envelhecimento (EA72h KCl), com os maiores valores de presenças simultâneas na constituição dos grupamentos (SM e IM) formados segundo o desempenho geral dos lotes, e o teste de condutividade elétrica por ser o único a apresentar classificação estatística (100% de presenças simultâneas em ambos

grupos dessa classificação) e por apresentar porcentagem relativamente alta (75%) de presenças simultâneas no grupo inferior ao médio da classificação absoluta (Tabela 9).

Assim, a avaliação conjunta dos resultados dos testes de vigor foi importante para a comparação da qualidade dos lotes de sementes de milho-doce, pois alguns testes possibilitaram a identificação de lotes de baixo vigor e outros só classificaram os de alto vigor, confirmando relatos de que na comparação de lotes com germinação semelhante é necessária a aplicação de um conjunto de testes de vigor, pois cada teste utiliza diferentes características de desempenho das sementes na avaliação da qualidade (MARCOS FILHO, 1998).

As variações ambientais das diferentes épocas de instalação do teste de emergência de plântulas em campo após os períodos de armazenamento, não identificaram desempenho distinto dos dez lotes, embora tenham sido verificadas condições ambientais bastante distintas e algumas desfavoráveis à emergência das plântulas, tais como as vigentes aos 12 meses de armazenamento (Figura 5 e Tabela 10). (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

A análise dos resultados dos testes de germinação durante o armazenamento, também não apresentou diferenças estatísticas entre os dez lotes de sementes de milho-doce estudados, mostrando que os lotes envelheceram e deterioraram-se de forma similar durante o armazenamento (Tabela 10).

Assim, as combinações entre os testes de envelhecimento acelerado com as diversas metodologias estudadas não foram capazes de identificar os lotes mais favoráveis à emergência das plântulas em campo e ao armazenamento.

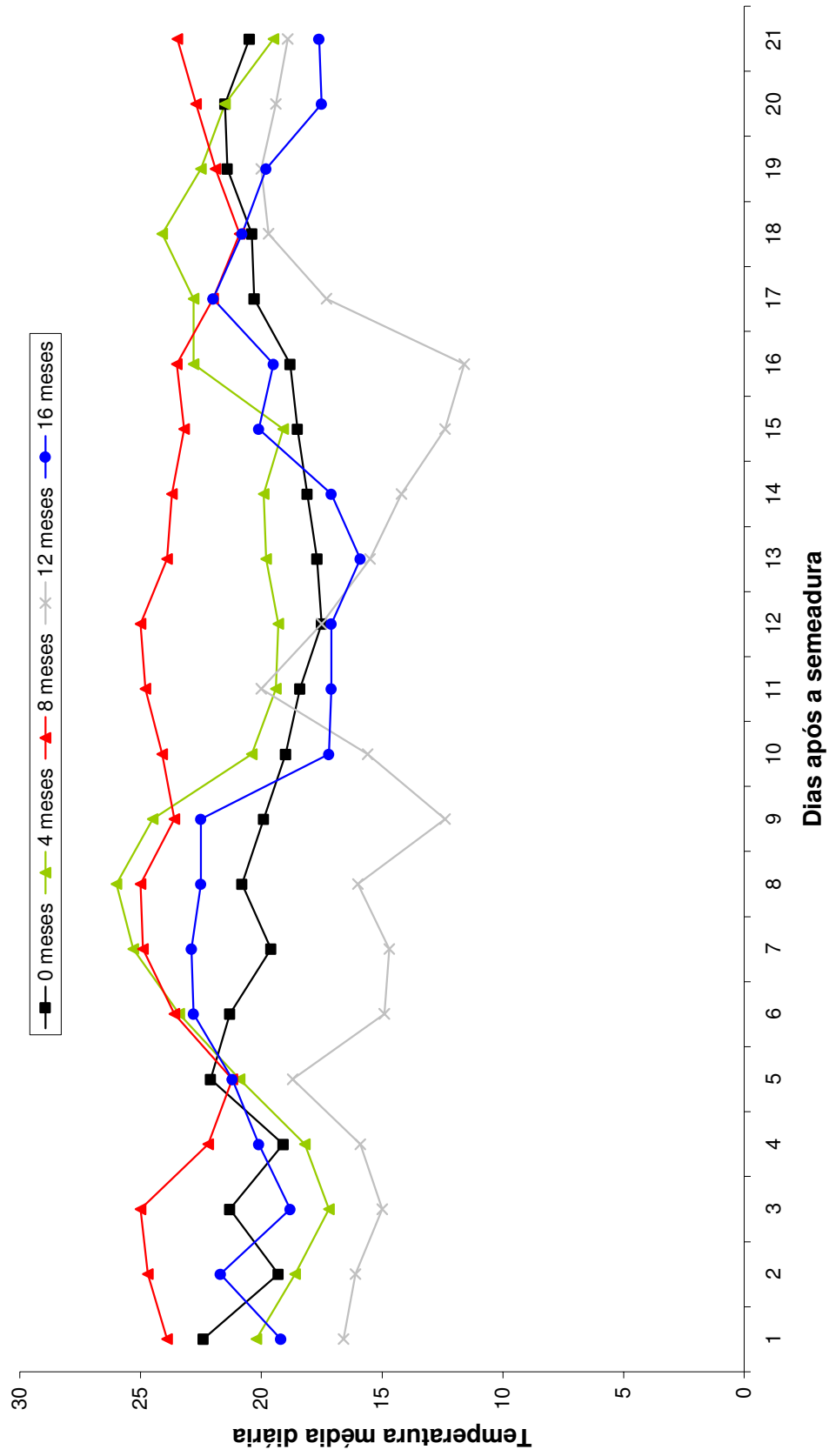


FIGURA 5. Temperaturas médias diárias registradas no decorrer dos testes de emergência de plântulas em campo após os períodos de armazenamento. Botucatu, SP, 2006.

TABELA 10. Porcentagem de plântulas normais no teste de germinação (A) e de emergência de plântulas em campo (EP) após 0, 4, 8, 12 e 16 meses de armazenamento (A0, A4, A8, A12, A16 e EP0, EP4, EP8, EP12, EP16, respectivamente) de dez lotes comerciais de sementes de milho-doce híbrido DO-04. Botucatu, SP, 2006.

A0	A4	A8	A12	A16	EP0	EP4	EP8	EP12	EP16
Lote %	Lote %	Lote %	Lote %	Lote %	Lote %	Lote %	Lote %	Lote %	Lote %
1 79 ¹	8 80	7 77	9 78	3 67	3 70	7 73	1 64	7 44	9 57
4 78	9 79	10 77	10 73	7 67	8 70	9 71	10 63	10 43	2 56
6 77	1 78	8 76	2 73	6 66	9 68	1 71	9 60	9 42	1 55
9 77	10 76	5 75	7 71	5 65	1 64	2 70	8 59	3 41	3 55
7 76	3 75	9 75	4 70	8 62	4 64	6 67	6 58	6 40	4 54
10 76	2 75	6 74	3 70	1 61	10 63	5 67	7 56	2 39	6 51
2 76	5 75	1 71	6 70	10 61	7 62	10 66	5 56	8 39	7 50
3 75	6 74	2 70	1 67	4 60	6 60	3 65	4 55	1 39	5 49
8 74	4 73	3 68	5 67	2 60	2 59	4 63	2 55	4 39	8 48
5 74	7 71	4 68	8 66	9 59	5 57	8 62	3 53	5 38	10 46
C.V. (%) 8,12	9,2	10,1	10,5	10,7	9,0	9,4	16,9	19,5	15,3

1. Ausência de letras ou médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

A complementação da análise estatística identificou valores de coeficiente de correlação simples (r) inferiores a 0,55 e sem significância na maioria dos casos, não agregando informações elucidativas à interpretação dos dados obtidos (Tabela 11).

A respeito do assunto, existem recomendações, oriundas de estudos voltados à determinação do desempenho de sementes submetidas aos testes distintos, propondo a análise de correlação entre os dados obtidos (MARCOS FILHO et al., 1984; ALIZAGA et al., 1990; PIANA e SILVA, 1998); porém, apesar de permitir a análise da relação de dependência entre as variáveis estudadas, o uso deste teste de correlação pode conduzir à obtenção de informações incompletas (MARCOS FILHO et al., 1984; BERKEY, 1993), tendo em vista que a correlação significativa indica variação semelhante entre estimativas, sem, contudo, atestar a similaridade entre as ordenações dos valores obtidos (MOLINA, 1987).

Algumas considerações finais devem ser ressaltadas, a exemplo do uso das soluções salinas saturadas, que proporcionaram menor umidade relativa do ar dentro das caixas plásticas durante a realização do teste de envelhecimento acelerado e, por consequência, menor absorção de água pelas sementes, evitando a proliferação de patógenos mesmo nos períodos mais longos de exposição ao estresse. Esse fator torna-se mais importante quando o teste de envelhecimento acelerado é realizado com sementes sem tratamento fungicida.

Os resultados obtidos também indicam a possibilidade de realização do teste de envelhecimento acelerado com os menores períodos de exposição das sementes ao estresse, promovendo a economia de tempo, a exemplo do período de 72 horas com o uso de solução salina de KCl.

TABELA 11. Coeficientes de correlação simples (r) entre os resultados dos testes de germinação (A) e emergência de plântulas em campo (EP) após 0, 4, 8, 12 e 16 meses de armazenamento e os testes de envelhecimento acelerado por 48 e 72 horas com água (EA48H₂O e EA72H₂O), por 72 e 96 horas com o uso de solução salina de cloreto de potássio (EA72KCl e EA96KCl) e por 96 horas com o uso de solução salina de cloreto de sódio (EA96NaCl), de germinação (G), precocidade de emissão da raiz primária (PERP) e condutividade elétrica (CE) para dez lotes comerciais de sementes de milho-doce híbrido DO-04. Botucatu, SP, 2006.

Teste	EA48hH ₂ O	EA72hH ₂ O	EA72hKCl	EA96hKCl	EA96hNaCl	G	PERP	CE
A0	-0.22223 n.s. ¹	-0.04921 n.s.	0.35692 n.s.	0.25860 n.s.	0.43848 n.s.	1.00000	0.04202 n.s.	-0.36249 n.s.
A4	0.40760 n.s.	-0.26013 n.s.	0.00488 n.s.	0.45570 n.s.	0.26537 n.s.	-0.07965 n.s.	-0.12341 n.s.	-0.58438 n.s.
A8	0.34836 n.s.	-0.29247 n.s.	-0.27893 n.s.	-0.16481 n.s.	-0.46170 n.s.	-0.35259 n.s.	-0.19211 n.s.	0.05625 n.s.
A12	-0.25738 n.s.	-0.39095 n.s.	-0.16016 n.s.	-0.10673 n.s.	-0.10557 n.s.	0.23085 n.s.	-0.22891 n.s.	-0.10511 n.s.
A16	-0.15537 n.s.	0.06385 n.s.	-0.49761 n.s.	-0.58165 n.s.	-0.58967 n.s.	-0.40908 n.s.	-0.30533 n.s.	0.54522 n.s.
EP0	-0.35757 n.s.	-0.33657 n.s.	-0.38697 n.s.	-0.06206 n.s.	-0.21286 n.s.	-0.05186 n.s.	-0.66557*	-0.10430 n.s.
EP4	-0.57700 n.s.	-0.29716 n.s.	-0.57813 n.s.	-0.59313 n.s.	-0.60449 n.s.	0.04094 n.s.	-0.67666*	0.17257 n.s.
EP8	0.26899 n.s.	-0.03316 n.s.	0.15291 n.s.	0.30281 n.s.	0.20000 n.s.	0.40362 n.s.	-0.07552 n.s.	-0.61998 n.s.
EP12	-0.25089 n.s.	-0.52264 n.s.	-0.44081 n.s.	-0.32946 n.s.	0.17641 n.s.	0.35629 n.s.	-0.22314 n.s.	-0.05562 n.s.
EP16	-0.31438 n.s.	-0.38952 n.s.	-0.06571 n.s.	0.09724 n.s.	0.50601 n.s.	0.50404 n.s.	-0.07192 n.s.	-0.16246 n.s.

1. n.s. - não significativo. * significativo a 5%.

5 CONCLUSÕES

Os testes de envelhecimento acelerado (por 48 e 72 horas com água destilada, por 72 e 96 horas com solução salina de cloreto de potássio e por 96 horas com solução salina de cloreto de sódio) avaliados em conjunto com os testes de germinação, precocidade de emissão da raiz primária e condutividade elétrica mostram-se promissores na avaliação da qualidade das sementes de milho-doce (*sh2*).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, R.H.; FANTINATTI, J.B.; GROTH, D.; USBERTI, R. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.1, p.134-139, 2001.

ALBUQUERQUE, M.C.F.; CAMPOS, V.C.; MENDONÇA, E.A.F.; CALDEIRA, S.A.F.; BRUNCA, R.H.C.G. Testes de acelerado em sementes de arroz: influência da temperatura e do período de exposição. **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v.1, n.1, p.9-16, 1995.

ALIZAGA, R.L.; MELLO, V.D.C.; SANTOS, D.S.B; IRIGON, D.L. Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com emergência a campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.2, p.44-58, 1990.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln: AOSA, 2002. 105p. (Contribution, 32)

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

BARBIN, D. **Planejamento e análise de experimentos agronômicos**. Arapongas: Midas, 2003. 208p.

BARR, A.J.; BENNETT, M.A.; GRASSBAUGH, E.M. Seed vigor evaluation of *su*, *se* and *sh2* sweet corn genotypes using the saturated salt accelerated aging (SSAA) test. In: INTERNATIONAL SEED TESTING CONGRESS: Seed Symposium, 25., Pretoria, 1998. **Abstracts**. Pretoria: ISTA, 1998. p.92-93

BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CÍCERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.5, p.1-5

BERKEY, D.A. Industry perspective of vigor testing. **Journal of Seed Technology**. Lansing, v.17, n.2, p.127-133, 1993.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1985. 367p.

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; VIDIGAL, D.S.; NAVEIRA, D.S.P. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de pimenta. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.3, p.64-71, 2006.

BILIA, D.A.C.; FANCELLI, A.L.; MARCOS FILHO, J. Comportamento de sementes de milho híbrido durante o armazenamento sob condições variáveis de temperatura e umidade relativa do ar. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.51, n.1, p.153-157, 1994.

BITTENCOURT, S.R.M.; VIEIRA, R.D. Temperatura e período de exposição de sementes de milho no teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.3, p.61-168, 2006.

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

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Padrões para produção e comercialização de sementes de milho - cultivares híbridas. Instrução normativa nº25, de 16 de dezembro de 2005. **Diário Oficial da .União**, Brasília, sec.1, n.243, p.18 de 20/12/2005, 2005.

CALIARI, M.F.; SILVA, W.R. Interpretação de dados de testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.1, p.239-251, 2001.

COIMBRA, R.A.; MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; TOMAZ, C.A. Sacos plásticos para manutenção da umidade do substrato no teste de germinação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 14, Foz do Iguaçu, 2005. **Resumos...** Foz do Iguaçu: ABRATES, 2005. p.129

COSTA, N.P.; PEREIRA, L.A.G.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; BARRETO, J.N.; PRADERI, J.E.V.; Padronização do teste de envelhecimento precoce. EMBRAPA-CNPso. **Resultados de pesquisa de soja 1983/84**. p.119-120, 1984.

DELOUCHE, J.C. An accelerated aging techniques for predicting relative storability of crimson clover and tall fescue lots. **Agronomy Abstracts**, p.40, 1965.

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

DIAS, D.C.F.S.; BHERING, M.C.; TOKUHISA, D. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de sementes de pimenta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Curitiba. **Resumos...** Londrina: ABRATES, 2003. p.272.

DIAS, M.C.L.; BARROS, A.S.R. **Avaliação da qualidade de sementes de milho**. Londrina: IAPAR, 1995. 43p. Circular, 88.

DOUGLAS, S.K.; JUVIK, J.A.; SPLITTSTOESSER, W.E. Sweet corn seedling emergence and variation in kernel carbohydrate reserves. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.21, n.3, p.433-445, 1993.

DUTRA, A.S.; VIEIRA, R.D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.715-721, 2004.

FANAN, S.; MEDINA, P.F.; LIMA, T.C.; MARCOS FILHO, J. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelos testes de envelhecimento acelerado e de frio. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.2, p.152-158, 2006.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.

FESSEL, S.A.; RODRIGUES, T. de J.D.; FAGIOLI, M.; VIEIRA, R.D. Temperatura e período de exposição no teste de envelhecimento acelerado em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.22, n.2, p.163-170, 2000.

FESSEL, S.A.; SILVA, L.J.R.; GALLI, J.A.; SADER, R. Uso de solução salina (NaCl) no teste de envelhecimento acelerado em sementes de brócolis. **Informativo Abrates**, Pelotas, v.13, n.3, p.256, 2003.

FESSEL, S.A.; VIEIRA, R.D.; CRUZ, M.C.P.; PAULA, R.C.; PANOBIANCO, M. Electrical conductivity testing of corn seeds as influenced by temperature and period of storage.

Pesquisa Agropecuária Brasileira., Brasília, v.41, n.10, p.1551-1559, 2006.

FREITAS, R.A.; NASCIMENTO, W.M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.3, p.59-63, 2006.

GAMA, E.E.G.; PARENTONI, S.N. & REIFSCHNEIDER, F.J.B. Origem e importância do milho-doce. In: **A cultura do milho-doce**. (EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Sete Lagoas. Circular Técnica, 18), 34p., 1992.

GRABE, D.F. Measurement of seed vigor. **Journal of Seed Technology**, Lensing, v.1, n.2, p.18-31, 1976.

GUISCHEM, J.M.; NAKAGAWA, J.; ZUCARELI, C. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce, BR 400 (*bt*) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.1, p.220-228, 2002.

HAMPTON, J.G.; TEKONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. ISTA, Zürich, 1995. 117p.

HAMPTON, J.G.; JOHNSTONE, K.A.; EUA-UMPON, V. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and French bean seed lot. **Seed Science Technology**, Zurich, v.20, n.3, p.643-663. 1992.

HELM, J.L.; ZUBER, M.S. Pericarp Thickness of dent corn inbred lines. **Crop science**, Madison, v.9, n.6, p.803-804, 1969.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crop. **Seed Science and Technology**, Bassersdor, v.25, n.1, p.123-131, 1996.

LEMOS, L.B.; CARVALHO, M.V.; PANOBIANCO, M.; SADER, R.; FORNASIERI FILHO, D.; BANZATTO, D.A. Avaliação do vigor das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) através do teste de envelhecimento acelerado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA E FEIJÃO, 6, 1999. Salvador. **Resumos...**Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999. p.521

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.12 n.1, p.37-53, 1998.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: CARVALHO, N.M.; VIEIRA, R.D. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-149.

MARCOS FILHO, J. O valor dos testes de vigor. **Seed News**, Pelotas, n.6, p.32, 1998.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKY, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes, 1999. p.3.1-3.24.

MARCOS FILHO, J.; VINHA, J.L. Teor de umidade da semente, condições de armazenamento e comportamento da soja no teste de envelhecimento rápido. **O Solo**, Piracicaba, v.72, n.1, p.21-26, 1980.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. Testes de vigor. In: **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. Cap.10, p.149-197

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A.D.C.; CHAMMA, H.C.P. Tamanho da semente e o teste de envelhecimento acelerado para soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.3, p.473-482, 2000.

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

MARCOS FILHO, J.; KOMATSU, Y.H.; NOVENBRE, A.D.L.C.; FRATIN, P.; DEMÉTRIO, C.G.B. Tamanho da semente e desempenho do girassol. II. Vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.8, n.2, p.21-32, 1986.

MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H.M.C.; KOMATSU, Y.H.; DEMÉTRIO, C.G.B.; FANCELLI, A.L. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.5, p.605-613, 1984.

MARTINS, C.C.; SENEME, A.M.; 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* Plenck). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p.96-101, 2002.

McDONALD, M.B.; PHANEENDRANATH, B.R. A modified accelerated aging seed vigor test for soybeans. **Journal of Seed Technology**, Lensing, v.3, n.1, p. 27-37, 1978.

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

MELLO, V.D.C.; TILLMANN, M.A.A. O teste de vigor em câmara de envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.2, p.93-101, 1987.

MODARRESI, R.; RUCKER, M.; TEKRONY, D.M. Accelerating ageing test for comparing wheat seed vigor. **Seed Science and Technology**, Bassersdorf, v.30, p.683-687, 2002.

MOLINA, J.C.; IRIGON, D.L.; ZONTA, E.P. Comparação entre metodologias do teste de frio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.77-85, 1987.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas - primeira contagem da germinação. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.7-2.8

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 Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.525-531, 2001.

PIANA, Z.; SILVA, W.R. Respostas de sementes de milho com diferentes níveis de vigor à disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.9, p.1525-1531, 1998.

PINTO, N.F.J.A. Tratamento fungicida de sementes de milho contra fungos do solo e o controle de Fusarium associado às sementes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n.3, p. 483-486, 2000.

POPINIGIS, F. Testes de vigor. In: **_.Fisiologia da semente**. (2ed.) Brasília: 1985. Cap.8-C, p.271-288

RIBEIRO, F.C.; CARVALHO, N.M. The saturated salt accelerated ageing (SSAA) method seems to act too leniently on carrot (*Daucus carota* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), and brocoli (*Brassica oleraceae*, var. Italica, Plenck) seeds germination. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, 26., 2001, Angers. **Abstrats**: Angers: ISTA, 2001. p.41-42

SALGADO, J.H.H. **Avaliação do vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.) pela precocidade de emissão da raiz primária.** 1996. 86p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade São Paulo, Piracicaba, 1996.

SANTOS, P.M.; GONDIN, T.C.; ARAÚJO, E.F.; DIAS, D.C.F.S. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.1, p.91-96, 2002.

SCAPPA NETO, A.; BITTENCOURT, S.R.M.; VIEIRA, R.D.; VOLPE, C.A. Efeito do teor inicial de água das sementes de feijão e da câmara no teste de envelhecimento acelerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.4, p.747-751, 2001.

SCHMIDT, D.H.; TRACY, W.F. Effects of starchy sugary-2 and sugary sugary-2 endosperm type on pericarp thickness in sweet corn. **Hort Science**, St. Joseph, v.23, n.5, p.885-886, 1988.

SHIEH, W.J.; McDONALD, M.B. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.10, n.2, p.307-313, 1982.

SILVA, N. Melhoramento de milho-doce. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, 11, **Resumos...** Piracicaba. ESALQ, 1994, p.45-49

SPINOLA, M.C.M.; CÍCERO, S.M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.263-270, 2000.

TAO, J.K. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. **Journal Seed Technology**, Springfield, v.3, n.1, p.10-18. 1978.

TEKRONY, D.M. Accelerated aging test. **Journal of Seed Technology**, Boise, v.7, n.3, p.573-577, 1993.

TOLEDO, F. F.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P; MASCHIETO, R.W. Vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.) avaliado pela precocidade de emissão da raiz primária. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.191-196, 1999.

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 São Paulo, Piracicaba, 2002.

TORRES, S.B. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de erva-doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.2, p.20-24, 2004.

TORRES, S.B. Envelhecimento acelerado em sementes de pepino com e sem solução salina saturada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.303-306, 2005.

TORRES, S.B.; CARVALHO, I.M.S. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de quiabo (*Albelmoschus esculentus* (L.)Moench). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.209-211, 1998.

TORRES, S.B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.2, p.108-112, 2001.

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

USBERTI, R. Influência do tipo de recipiente no teste de envelhecimento acelerado em sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.4, n.1, p.12-22, 1982.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

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

VIEIRA, R.D.; PENARIOL, A.L., PERECIN, D. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p. 1333-1338, 2002.

VIEIRA, R.D.; MINOHARA, L.; CARVALHO, N.M.; BERGAMASCHI, M.C.M. Relationship of black layer and milk development to maize seed maturity. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.142-147, 1995.

WATERS, L.; BLANCHETTE, B. Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. **Journal of American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.5, p.78-781, 1983.

WILSON JR., D.O.; ALLEYNE, J.C.; SHAFII, B.; MOHAN, S.K. Combining vigor test results for prediction of final stand of shrunken-2 sweet corn seed. **Crop Science**, Madison, v.32, n.6, p.1496-1502, 1992.

WOLTZ, J.M.; TEKRONY, D.M. Accelerated aging test for corn seed. **Seed Technology**, Lincoln, v.23, n.1, p.21-34, 2001.

ZAR, J.H. **Bioestatical analisys**, New Jersey, 4 ed., 1999. 663p.