

# TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES DE QUIABO

## ACCELERATED AGING TEST IN OKRA SEEDS

Magnólia de Mendonça LOPES<sup>1</sup>; Rubens SADER<sup>2</sup>; Auricleia Sarmento de PAIVA<sup>1</sup>,  
Adriano Carlos FERNANDES<sup>3</sup>

1. Engenheira Agrônoma, Doutora em Produção e Tecnologia de Sementes pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária - FCAV, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil. [magnolia\\_lopes@yahoo.com.br](mailto:magnolia_lopes@yahoo.com.br) ;

2. Professor Titular, Doutor, Departamento de Fitotecnia, FCAV- UNESP; 3. Biólogo, Doutor em Produção e Tecnologia de Semente, FCAV- UNESP.

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo estudar procedimentos para condução do teste de envelhecimento acelerado para avaliar o vigor de sementes de quiabo. Foram utilizados quatro lotes de sementes de quiabo da cultivar Santa Cruz. A qualidade inicial de cada lote de semente foi avaliada pela determinação do teor de água, germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação e emergência de plântula em campo. O experimento foi conduzido em duas etapas: na primeira etapa, além da qualidade inicial dos lotes, as sementes também foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com e sem solução salina de NaCl durante os períodos 48, 72, 96 e 120 horas, a 41 e 45°C e, na segunda etapa, os procedimentos considerados como os mais promissores para o teste de envelhecimento acelerado foram repetidos. Dentre os procedimentos adotados no teste de envelhecimento acelerado, o período de exposição de 72 horas a 41°C com e sem solução saturada de NaCl é o mais adequado para classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Abelmoschus esculentus*. Vigor. Solução salina.

## INTRODUÇÃO

O quiabo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, é uma hortaliça pertencente à família Malvacea, originária do continente africano, cuja produção de sementes, nos últimos anos, vem sendo incrementada pela utilização de novas tecnologias, principalmente da cultivar Santa Cruz 47, que representa 90% do volume de sementes produzido (FILGUEIRA, 2000). O quiabo é bastante cultivada no Brasil, especialmente pela agricultura familiar, considerada de baixo custo de produção, podendo ser cultivada em climas tropical e subtropical. Em São Paulo, as estimativas de área cultivada e de produção em 2006 foram, respectivamente, de 4.50,00 ha e 3.515,00 t (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA, 2006).

Com o crescente avanço tecnológico verificado na agricultura nas últimas décadas, o uso de sementes de alta qualidade passou a ser de fundamental importância. Assim, os testes de vigor, capazes de avaliar o grau de deterioração das sementes, tornaram-se um componente primordial na avaliação da qualidade fisiológica, contribuindo na solução de problemas enfrentados pelas empresas produtoras de sementes (SPINOLA et al., 2000). Seu uso traz benefícios a todos os segmentos da produção de sementes de grandes culturas e hortaliças (MARCOS FILHO, 1999a).

Para hortaliças, as informações sobre o vigor das sementes são ainda mais relevantes, pois o

período de armazenamento é relativamente longo, principalmente para espécies que tem grande variação no volume de produção de sementes por safra, produzindo mais em determinados anos do que em outros, enquanto a demanda por sementes, no mercado, é estável. Tanto assim que são habitualmente armazenadas em ambiente sob condições controladas, onde a temperatura e/ou umidade relativa são reduzidas, para conservar o potencial fisiológico durante o período de armazenamento. De acordo com Marcos Filho (1999a), em razão de apresentarem menores quantidades de reservas armazenadas, as sementes de hortaliças possuem maior propensão à deterioração após a maturidade fisiológica, sendo esta, outra razão que justifica estudos a respeito do vigor destas sementes.

Dentre os testes disponíveis, o envelhecimento acelerado é um dos mais estudados e recomendado para várias espécies cultivadas. Inicialmente desenvolvido com a finalidade de estimar a longevidade de sementes armazenadas, tem sido amplamente estudado com vistas à sua padronização (RODO et al., 2000) e sua capacidade de proporcionar informações com alto grau de consistência é ressaltada (MARCOS FILHO, 1999b). O teste baseia-se no princípio da aceleração artificial da taxa de deterioração das sementes por meio de sua exposição a temperatura e umidade elevadas, os quais são considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e

velocidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999b). Desta forma, são consideradas mais vigorosas as sementes que se deterioram mais lentamente após serem submetidas ao envelhecimento acelerado e que, portanto, podem tolerar estresse mais acentuado e suportar melhor as condições adversas em campo e armazenamento. Entretanto, para a maioria das hortaliças e outras espécies com sementes pequenas, o envelhecimento acelerado pode apresentar certas limitações. Sementes pequenas absorvem água mais rápida e desuniformemente, resultando em comportamento variável entre as sementes da amostra avaliada. Para contornar este problema, foi sugerida a exposição das sementes a soluções saturadas de sais durante a realização do teste, as quais reduzem a umidade relativa do ambiente no interior dos compartimentos individuais (NaCl - 76% UR, KCl - 87% UR ou NaBr - 55% UR), retardando a absorção de água pelas sementes. Este método, proposto por Jianhua e McDonald (1996) é denominado teste de envelhecimento acelerado com uso de soluções saturadas de sal.

Estudos sobre o teste de envelhecimento acelerado para determinar o potencial de emergência de plântulas foram realizados para cebola (IDIARTE, 1995; PIANA et al., 1995), cenoura (SPINOLA et al., 1998), tomate (RODO et al., 1998), quiabo (TORRES et al., 1998), brócolis (MELLO et al., 1999), revelando estreita relação entre os resultados obtidos nos testes de emergência de plântulas e de envelhecimento acelerado. Diante disso, vêm sendo estudadas alternativas para a condução do teste com sementes dessas espécies, substituindo a água por soluções saturadas de sais, sem reduzir sua sensibilidade (JIANHUA; MCDONALD, 1996). Alguns autores como Panobianco e Marcos Filho (1998), com sementes de pimentão; Rodo et al. (2000), com sementes de cenoura; Bhéring et al. (2000), com sementes de pepino e Fessel et al. (2005), com brócolis, constataram maior eficiência do teste de envelhecimento acelerado com o uso de soluções saturadas de sal na classificação dos lotes.

O presente trabalho teve como objetivo estabelecer metodologia para condução do teste de envelhecimento acelerado para determinação do potencial fisiológico de lotes de sementes de quiabo.

## MATERIAL E METODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Foram utilizados quatro lotes comerciais de sementes de

quiabo da cv. Santa Cruz 47. O trabalho foi conduzido em duas etapas. Na primeira etapa foram conduzidos os teste de germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência e envelhecimento acelerado. Na segunda etapa foram utilizados os mesmos lotes e somente os procedimentos da primeira etapa que permitiram a separação mais nítida dos lotes em níveis superior, intermediário e inferior de vigor. Durante todo o período experimental, as sementes foram mantidas em embalagens de papel multifoliado e armazenadas em câmara fria (10°C e 60% UR).

### Determinação do teor de água

Foi realizada em estufa a 105±3°C/24 h (Brasil, 1992), utilizando-se duas sub-amostras de aproximadamente 2 g de cada lote, antes e após os testes de envelhecimento acelerado (com e sem solução salina saturada). Os resultados foram expressos em porcentagem média para cada lote (base úmida).

### Germinação

Foi conduzida com quatro repetições de 50 sementes por lote, distribuídas em caixas plásticas (28,5 x 18,5 x 10,0 cm), contendo areia como substrato. Essas caixas foram mantidas em ambiente de laboratório (±25°C), sendo a temperatura medida diariamente por um termohigrografo e irrigadas sempre que necessário. As avaliações foram efetuadas de acordo com as regras para análise de sementes (BRASIL, 1992), aos quatro e 21 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em média de plântulas normais representativas da porcentagem de germinação.

### Primeira contagem de germinação

Foi conduzida juntamente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de germinação, aos quatro dias após a semeadura.

### Índice de velocidade de germinação

Foi determinado mediante a contagem diária do número de plântulas normais identificadas no teste de germinação. Foram consideradas como germinadas as plântulas que apresentaram hipocótilo acima de 2 cm. As avaliações foram realizadas até a estabilização do número de plântulas no teste e o cálculo do índice de velocidade foi efetuado de acordo com Maguire (1962).

### Envelhecimento acelerado

Foram utilizados 18,5 g de sementes de cada lote distribuídas em camada única sobre tela de aço inox, em caixas plásticas tipo gebox, contendo 40 mL de água destilada. As caixas com as sementes foram mantidas em câmara (tipo “jaquetada de água”), nas temperaturas de 41 e 45°C, por 48, 72, 96 e 120 h. Após esses períodos de exposição, as sementes foram submetidas ao teste de germinação (MARCOS FILHO, 1999b), com avaliação aos quatro dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais.

**Envelhecimento acelerado com solução salina**

Foi conduzido da mesma maneira descrito para o teste de envelhecimento acelerado tradicional, exceto que os 40 mL de água destilada foram substituídos por solução salina de NaCl (JIANHUA; McDONALD, 1996). Essa solução foi obtida por meio da diluição de 40 g de NaCl em 100 mL de água, estabelecendo, com isso, ambiente com 76% de umidade relativa.

**Emergência de plântulas**

Foi realizada com quatro repetições de 50 sementes por lote, dispostas em canteiros de terra, sem adubação, em linhas de 2,5 m de comprimento e espaçadas 0,50m entre linha, e utilizando-se irrigação por aspersão. A avaliação da emergência das plântulas foi efetuada aos 21 dias após a semeadura, mediante a contagem de plântulas emergidas, avaliadas de acordo com os critérios adotados para avaliação da parte aérea de plântulas normais em um teste de germinação. Os resultados

foram expressos em porcentagem média de plântulas emergidas.

**Procedimento estatístico**

O experimento foi instalado seguindo o delineamento inteiramente ao acaso, com quatro repetições por tratamento e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05) e transformados em  $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$ . Nos testes de envelhecimento acelerado tradicional e em solução de sal, os dados foram analisados em esquema fatorial 4x3 (quatro lotes e três períodos de exposição) e as temperaturas avaliadas individualmente. Para a execução das análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico ESTAT (BANZATTO; KRONKA, 1995)

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O teor de água (TA) das sementes (Tabela 1) foi semelhante para os quatro lotes, o que é importante, pois a uniformização do teor de água das sementes é essencial para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (KRZYZANOWSKI et al., 1991).

Na primeira etapa do estudo pode-se observar que os lotes não diferiram entre si no teste de germinação e que todos apresentaram porcentagem média dentro do mínimo estabelecido (70%) nos padrões para comercialização de sementes de quiabo (CATI, 1999).

Segundo Marcos Filho (1999a), é coerente a comparação de lotes considerados estatisticamente semelhantes no teste de germinação e cujos valores sejam iguais ou superiores ao considerado como comercialmente aceitável.

**Tabela 1.** Teor de água (TA), germinação (G), primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de germinação (IVG) de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz .

Lotes	TA	G	PC	EP	IVG
	------(%)-----				
1	10,7	74,4 a	72,2 ab	77,9 a	19,0 a
2	10,6	78,7 a	75,5 a	79,3 a	19,4 a
3	11,3	79,8 a	64,4 b	73,4 a	11,2 b
4	11,3	75,4 a	65,5 b	70,3 a	12,7 b
C.V. (%)	-	10,17	7,32	8,96	10,65

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

A variável primeira contagem de germinação foi significativo, sendo o lote 2 considerado como de maior potencial fisiológico, embora não diferindo estatisticamente do lote 1. Os lotes 3 e 4 não diferiram entre si e foram identificados como sendo de qualidade inferior.

Embora a primeira contagem de germinação possa ser considerada um indicativo de vigor, sabe-se que a redução da velocidade da germinação não está entre os primeiros eventos do processo de deterioração de sementes (DELOUCHE; BASKIN, 1973), justificando a menor eficiência deste teste em detectar pequenas diferenças de vigor e o consequente agrupamento dos lotes. Entretanto, Bhéring et al. (2000) trabalhando com sementes de pepino, verificaram que o teste de primeira contagem de germinação pode ser utilizado rotineiramente para se obterem informações preliminares sobre o vigor de lotes de sementes dessa espécie. O teste de primeira contagem de germinação, muitas vezes, expressa melhor as diferenças de velocidade de germinação entre lotes, sendo também menos trabalhoso que o índice de velocidade de germinação, além de ser conduzido simultaneamente com o teste de germinação, não exigindo equipamento especial (NAKAGAWA, 1999).

Foram constatadas diferenças significativas para o índice de velocidade de germinação o que permitiu agrupar os lotes em dois níveis de vigor, sendo os lotes 1 e 2 de qualidade superior e os lotes 3 e 4 de qualidade inferior. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os lotes para a variável emergência de plântula, embora mesma tendência de agrupamento tenha ocorrido.

A análise comparativa dos dados indicou que, de uma maneira geral, os testes foram

eficientes na identificação dos lotes que ocupam posições extremas, ou seja, separaram, diferenças acentuadas no potencial fisiológico das sementes. Assim constatou-se, que os lotes 1 e 2, foram os mais vigorosos em relação aos demais, embora, o lote 1 tenha apresentado também uma qualidade intermediária, já os lotes 3 e 4 foram considerados menos vigorosos. Segundo Kulik e Yalich (1982) a identificação de lotes de vigor intermediário pode sofrer variações em função da metodologia adotada, principalmente quando se tratam de lotes com diferenças pouco acentuadas.

Portanto, ressalta-se a importância do uso de mais um teste para determinar o vigor dos lotes de sementes devido à influência dos métodos adotados e uso de situações específicas de estresse para estimar o comportamento relativo dos lotes em campo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Para os resultados do teste de envelhecimento acelerado (Tabela 2), constatou-se que a combinação de 72h à 41°C permitiu maior sensibilidade para identificação dos lotes em diferentes níveis de qualidade. Dessa forma, o lote 1 foi considerado como de melhor potencial fisiológico, porém não diferiu estatisticamente do lote 2, enquanto o lote 3 foi de qualidade intermediária e o lote 4 o de menor qualidade. Resultados nesse sentido também foram encontrados por Dias et al.; (1998) em sementes de quiabo, quando se utilizou a mesma combinação. Esse período apresentou a vantagem de possibilitar respostas mais rápidas sobre a qualidade dos lotes que o período de 144 horas de envelhecimento, a 41°C, sugerido por Torres e Carvalho (1998) para sementes de quiabo.

**Tabela 2.** Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado tradicional de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, utilizando duas temperaturas e quatro períodos de exposição. (Etapa I)

Lotes	Envelhecimento acelerado (%)							
	41°C				45°C			
	48h	72h	96h	120h	48h	72h	96h	120h
1	62,8 a	70,0 a	70,4 a	60,7 a	71,0 a	63,6 a	46,4 a	18,7 a
2	59,8 a	66,5 ab	70,8 a	65,3 a	66,7 a	67,3 a	44,7 a	18,2 a
3	60,8 a	61,7 b	64,3 ab	60,4 a	69,5 a	54,1 b	19,2 a	16,5 a
4	51,6 b	50,8 c	60,3 b	58,3 a	71,1 a	49,9 b	16,1 b	12,2 a

C.V.(%) 6,67

11,99

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

Por outro lado, usando-se a temperatura de 45°C verificou-se redução mais drástica da germinação, proporcional ao aumento do período, particularmente a partir de 96 horas de condicionamento (Tabela 2). Esse resultado confirmou que em condições de altas temperaturas, associadas à alta umidade relativa do ar, a adversidade imposta às sementes é maior, levando-se a redução mais intensa da germinação (Tabela 2).

Condições muito severas, relacionadas à temperatura e/ou período de exposição, podem dificultar ou impedir a detecção de diferenças significativas de potencial fisiológico entre os lotes, o que ocorreu na combinação entre 45°C por 72 horas, que classificou os lotes apenas em níveis superior e inferior de vigor, havendo, nesse aspecto, concordância com o teste de índice de velocidade de germinação (Tabela 1).

Por outro lado, o prolongamento da exposição de sementes a períodos adversos até que seja possível a identificação de diferentes níveis de vigor seria viável caso essas diferenças estivessem relacionadas a objetivos específicos, como o desempenho das sementes sob determinadas condições de campo, transporte ou armazenamento (MARCOS FILHO, 1999b). Deve-se ainda ressaltar que para ambas as temperaturas, havia fungos na

superfície das sementes de algumas amostras, pois a elevada umidade relativa do ar na mini-câmara do envelhecimento acelerado promove aumento no teor de água das sementes, que, associados à temperatura alta, proporciona condições ótimas para o desenvolvimento de fungos (ZAMBOLIM, 2005).

Apesar de vários estudos terem sido conduzidos, ainda não existe um consenso entre os pesquisadores, quanto aos períodos mais adequados na execução do teste de envelhecimento acelerado para sementes de diversas espécies de importância econômica. Dentro desse contexto, trabalhos foram desenvolvidos com sementes de hortaliças envolvendo diferentes períodos e temperaturas, entre os quais destacam-se o de sementes de melancia, 45°C por 144h (DELOUCHE; BASKIN, 1973), pepino, 41°C por 48h (BHÉRING et al., 2000); tomate e melão 41°C por 72h (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001b; TORRES, 2002).

Um dos principais indicadores da uniformidade das condições do envelhecimento acelerado é o teor de água após o teste (Tabela 3), pois variações de 3 a 4 pontos percentuais entre amostras são consideradas toleráveis (MARCOS FILHO, 1999a).

**Tabela 3.** Médias dos teores de água de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado tradicional, em função da temperatura e do período de exposição. (Etapa I)

Lotes	Teor de água após o envelhecimento acelerado (%)*							
	41°C				45°C			
	48h	72h	96h	120h	48h	72h	96h	120h
1	24,5	29,0	33,5	33,6	24,6	29,2	31,9	36,2
2	24,2	29,2	31,9	30,4	24,3	26,6	31,3	36,3
3	27,6	32,3	34,1	33,9	23,9	29,9	34,5	35,4
4	27,0	31,3	34,1	33,2	27,9	30,3	32,1	36,8
Média	25,8	30,4	33,4	32,8	25,1	29,0	32,4	36,1

\*Teores de água não foram analisados estatisticamente.

Em função das combinações 41°C por 72 e 96 horas e 45°C por 72 e 96 horas terem se mostrado como as mais eficientes na identificação dos lotes de sementes com diferentes níveis de vigor, novos testes foram conduzidos com a finalidade de

confirmar a eficiência dos procedimentos considerados mais adequados (Tabela 4).

De modo geral, verificou-se que os resultados obtidos com as melhores combinações revelaram tendências semelhantes na separação dos

lotes quando se comparados com obtidos anteriormente (Tabela 2), embora pequenas variações tenham ocorrido. A combinação 41°C por 72h, mostrou-se mais eficiente na separação dos lotes em função do potencial fisiológico, confirmando o desempenho superior dos lotes 1 e 2, o lote 4 como sendo o de menor qualidade e o lote 3 o de qualidade intermediária. Desse modo,

verificou-se que os resultados desse teste apresentaram concordância com o índice de velocidade de germinação (Tabela 1). O período de 96h à 41°C permitiu classificar os lotes em dois níveis de qualidade fornecendo informações compatíveis com os resultados do teste de índice de velocidade de germinação.

**Tabela 4.** Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado tradicional, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz. (Etapa II)

Lotes	Envelhecimento acelerado (%)			
	41°C		45°C	
	72 h	96 h	72h	96h
1	70,6 a	70,0 a	64,7 a	50,0 a
2	69,6 a	70,2 a	68,7 a	47,0 a
3	60,4 b	62,5 b	60,1 ab	20,0 a
4	53,3 c	59,4 b	50,0 b	15,7 b
C.V.(%)	5,8		10,4	

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

De maneira geral o período de 96 horas, para as duas temperaturas, apesar de apresentar resultados concordantes quanto à identificação dos lotes de menor potencial fisiológico, mostrou-se menos eficiente na classificação dos lotes em diferentes níveis de qualidade (Tabela 4). Notou-se, ainda que durante esse período a 45°C houve queda drástica na germinação para todos o lotes, sendo mais acentuada para os lotes 3 e 4, concordando com os testes anteriores que verificaram também

uma redução na qualidade fisiológica da semente. Deve-se salientar que o monitoramento da temperatura durante o teste requer atenção especial, para que sejam obtidos resultados consistentes (TOMES et al., 1988).

Quanto ao teor de água das sementes após os períodos de envelhecimento (Tabela 5), verificou-se que os valores, em geral, mostraram-se semelhantes aos encontrados anteriormente (Tabela 3).

**Tabela 5.** Médias dos teores de água de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, após o envelhecimento acelerado tradicional. (Etapa II)

Lotes	Teor de água após o envelhecimento acelerado (%)*			
	41°C		45°C	
	72 h	96 h	72h	96h
1	28,8	32,4	28,8	30,5
2	29,8	32,2	27,3	31,7
3	31,7	33,8	29,4	32,1
4	31,4	34,2	30,5	31,6
Média	30,4	33,1	28,7	31,4

\* Teores de água não foram analisados estatisticamente

Analisando-se os resultados, verificou-se que o período de 72 horas, em ambas as

temperaturas permitiu separar os lotes em diferentes níveis de potencial fisiológico, revelando o lote 2

como de maior qualidade; lote 4 como de qualidade inferior e os lotes 1 e 3 como de qualidade intermediária (Tabela 6). Essa distinção dos lotes nesse mesmo período, também foi verificada nos resultados obtidos para o envelhecimento acelerado tradicional (Tabela 4), concordando dessa forma com o teste de primeira contagem de germinação (Tabela 1) em termos de identificação do lote de maior potencial fisiológico.

No período de 48 horas, para ambas temperaturas, permitiram classificar os lotes em dois níveis de potencial fisiológico, ou seja, lotes 1 e 2

como de melhor qualidade; lotes 3 e 4 como de qualidade inferior, esse resultando concordam com os obtidos no teste de índice de velocidade de germinação (Tabela 1). É interessante ressaltar que esse procedimento (120h a 45°C) não houve redução drástica dos percentuais de germinação quando comparado a mesma combinação no procedimento tradicional (Tabela 2), pois a utilização de solução saturada de NaCl implica em menor teor de água das sementes após o teste, quando comparado ao procedimento tradicional, havendo assim redução na taxa de deterioração das sementes.

**Tabela 6.** Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado com solução salina, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, em função da temperatura e do período de exposição. (Etapa I)

Lotes	Envelhecimento acelerado com solução salina (%)							
	41°C				45°C			
	48h	72h	96h	120h	48h	72h	96h	120h
1	62,1 a	41,5 bc	60,3 ab	69,7 a	56,2 a	60,4 ab	61,8 a	71,1 a
2	69,7 a	57,8 a	56,5 b	70,2 a	53,6 a	63,4 a	57,1 a	63,2 b
3	51,5 b	49,3 b	64,5 ab	63,8 ab	43,8 b	54,7 bc	64,1 a	64,9 ab
4	43,8 b	36,7 c	67,5 a	60,1 b	38,9b	52,2 c	64,2 a	63,9 ab
C.V.(%)	7,42				6,96			

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

Com relação ao teor de água das sementes após os períodos de envelhecimento (Tabela 7), os resultados mostraram-se, em geral semelhantes para os quatro lotes estudados. Verificou-se que o teor de água das sementes expostas à solução saturada de NaCl apresentou valores menores e mais uniformes, após os períodos de envelhecimento em relação aos observados para as envelhecidas com água (Tabela 3); isto indica que o uso de solução salina contribuiu para retardar a absorção de água pelas sementes no teste de envelhecimento acelerado.

Quando o envelhecimento acelerado é conduzido na presença de solução saturada de NaCl, a umidade relativa do ar fica em torno de 76% (JIANHUA; McDONALD, 1996), abaixo da verificada no envelhecimento com água, que é de, aproximadamente, 100% .

Portanto, é possível que a solução salina, por proporcionar menor umidade relativa do ar, tenha permitido maior uniformidade do teor de água entre os lotes, fato positivo por proporcionar intensidade de deterioração semelhante entre eles.

**Tabela 7.** Médias dos teores de água de sementes de quiabo submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com solução salina, em função da temperatura e do período de exposição. (Etapa I)

Lotes	Teor de água após o envelhecimento acelerado com solução salina (%)*							
	41°C				45°C			
	48h	72h	96h	120h	48h	72h	96h	120h
1	11,7	12,3	12,6	13,1	11,9	12,4	13,2	13,1
2	11,8	12,0	12,3	13,3	11,9	12,2	13,1	12,8

3	12,7	12,8	13,0	13,6	12,6	12,7	13,7	13,3
4	13,0	12,9	13,6	13,9	12,9	13,4	14,2	14,6
Média	12,3	12,5	12,8	13,4	12,3	12,7	13,5	13,4

\* Teores de água não foram analisados estatisticamente

Constatou-se nesse estudo que a utilização da solução salina fez com que os teores de água das sementes permanecessem baixos o suficiente para reduzir acentuadamente ou impedir o desenvolvimento de microrganismos, ao contrário do que ocorreu em alguns tratamentos de envelhecimento com água, resultado que vem ao encontro do verificado por Jianhua e McDonald (1996).

A ausência de fungos nesse experimento, em comparação à metodologia convencional de envelhecimento, foi também verificada em sementes

de melão (TORRES; MARCOS FILHO, 2003), beterraba (SILVA et al., 2002) e pepino (TORRES, 2005). Em sementes de pimentão, o uso de solução salina inibiu o desenvolvimento dos fungos *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp. e *Cladosporium* sp. (KIKUTI et al., 2005). Dessa forma, as combinações 41°C/48 e 72 horas e 45°C/48 e 72 horas revelaram-se como as mais promissoras; assim novos testes foram conduzidos visando comprovar a adequação desses procedimentos para a condução do teste de envelhecimento acelerado com sementes de quiabo (Tabela 8).

**Tabela 8.** Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado com solução salina, de quatro lotes de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz. (Etapa II)

Lotes	Envelhecimento acelerado com solução salina			
	41°C		45°C	
	48 h	72 h	48 h	72 h
1	67,5 a	60,4 a	57,8 a	60,4 ab
2	70,6 a	50,8 b	54,2 a	63,4 a
3	63,1 ab	43,2 bc	42,9 b	54,7 bc
4	49,8 b	38,4 c	40,4 b	50,1 c
C.V.(%)	6,8		9,5	

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

Verificou-se que o período de 72 horas, tanto a 41°C quanto à 45°C proporcionou melhor classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor. Nota-se também, que os resultados se mantiveram próximos ao verificados no envelhecimento acelerado tradicional (Tabela 2) quando se utilizou o período de 72 horas a 41°C. A descrição do teste de envelhecimento acelerado cita a possibilidade da utilização de temperaturas de 40 a 45°C; porém, recentemente, grande parte dos pesquisadores que se

dedicam a estudos sobre o teste tem dado preferência à 41°C (MARCOS FILHO, 1999b).

O teor de água das sementes após os períodos de envelhecimento (Tabela 9) foi, de maneira geral, semelhante para todos os lotes, concordando com o teor de água obtidos anteriormente (Tabela 7), revelando, portanto, a eficiência do método em retardar a absorção de água pelas sementes.

**Tabela 9.** Médias dos teores de água de sementes de quiabo, cv. Santa Cruz, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com solução salina. (Etapa II)

Lotes	Teor de água após o envelhecimento com solução salina (%)*			
	41°C		45°C	
	72 h	96 h	72h	96h

1	12,3	12,0	12,4	12,8
2	12,6	12,8	12,7	13,4
3	12,3	12,9	12,2	12,9
4	12,6	13,1	13,0	13,7
Média	12,4	12,7	12,5	13,2

\*Teores de água não foram analisados estatisticamente

Em função do baixo valor do coeficiente de correlação ( $r = 0,15$ ns) para o teste de germinação (Tabela 10), podemos verificar que as condições impostas no teste de germinação em laboratório não

foram às mesmas do teste de emergência de plântulas em campo. Foi verificada correlação positiva para o teste de envelhecimento acelerado com solução salina ( $r = 0,83$  \*).

**Tabela 10.** Coeficiente de correlação entre os resultados do teste de emergência de plântulas (EP), e os de germinação (TG), de primeira contagem de germinação (PC) e de envelhecimento acelerado tradicional e solução salina (EA).

Testes de Laboratório x emergência de plântula	Coef. Correlação (r)
Germinação	0,15 ns
Primeira contagem	- 0,34 ns
EA após 72 horas a 41°C	0,27 ns
EA com solução salina após 72 horas a 41°C	0,83 *
EA com solução salina após 72 horas a 45°C	-0,30 ns

ns: não significativo e significativo a 1% (\*\*\*) e 5% (\*) de probabilidade.

## CONCLUSÃO

O teste de envelhecimento acelerado com e sem solução saturada de NaCl, a 41°C por 72 horas,

é o mais indicado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de quiabo.

**ABSTRACT:** The objective of this research was to study the accelerated aging test to evaluate the okra vigor seed. Were used four okra seed lots cv. "Santa Cruz". The initial seed lot quality was evaluate by the moisture content, germination, first germination count, speed of germination index and seedling emergence. The experiment was carried out in two phases: the first one the seeds were submitted to the accelerate aging with and without NaCl salt solution aging periods of 48, 72, 96 and 120 hours, at 41 and 45° C temperature. The second phase the best procedures as for as accelerated aging and temperatures were repeated. The period of 72h and 41 C with and without NaCl saturated solution was the most adequate for the lot classification in distinct vigor levels.

**KEYWORDS:** *Abelmoschus esculentus* (L.). Moench. Vigor. Salt solution.

## REFERÊNCIAS

- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.
- BHÉRING, 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.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 1992. 365p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (Ed.) **Sementes: ciências, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRADA - CATI. **Padrões de sementes para 1999/2000**. Campinas, 1999. 6p.

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

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 (*Brassica oleracea* L. var. itálica Plenck). **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 27-34, 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

IDIARTE, H. G. Relação do envelhecimento acelerado na qualidade fisiológica de sementes de cebola. Piracicaba, 1995. 84p. JIANHUA, Z.; McDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 25, p. 123-131, 1995 .

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Banco de dados IEA, São Paulo, 2006. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br> Acesso em 24/05/2009.

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

KIKUTI, A. L. P.; MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. D.; OLIVEIRA, S. R. S. Interferência da aspepsia em sementes de pimentão submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 44-49, 2005.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 15-50. 1991.

KULIK, M. M.; YAKLICH, R. W. Evaluation for vigor tests in soybeans seeds relationship of accelerated aging, cold, sand bench and speed of germination tests to field performance. **Crop Science**, Madison, v. 22, n. 4, p. 776-770, 1982.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999b. p. 3.1-3.2.

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

MELLO, S. C.; SPINOLA, M. C. M.; MINAMI, K. Métodos de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de brócolos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 1151-1155, 1999.

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

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

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Evaluation of the physiological potential of tomato seeds. **Seed Technology**, Lansing, v. 23, n. 2, p. 151-161, 2001b.

PIANA, Z.; TILLMANN, M. A. A.; MINAMI, K. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 149-153, 1995.

RODO, A. B.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 289-292, 2000.

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.

SILVA, J. B.; VIEIRA, R. D.; CECILIO FILHO, A. B. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba usando-se o teste de envelhecimento acelerado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 157, 2002. CD\_ROM.

SPINOLA, M. C. M.; CALIARI, M. F.; MARTINS, L.; TESSARIOLI NETO, J. Comparação entre métodos para avaliação do vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.301-305, 1998.

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

TOMES, L. T.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Factors influencing the tray accelerated aging test for soybean seed. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v. 12, n. 1, p. 24-36, 1988.

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. **Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão**. Piracicaba, 2002. 103F. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

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

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

ZAMBOLIM, L. **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, 2005. 502p.