

ENVELHECIMENTO ACELERADO DE SEMENTES DE ESPÉCIES OLERÁCEAS¹

Rafael Marani Barbosa², Denis Santiago da Costa³, Marco Eustáquio de Sá⁴

ABSTRACT

ACCELERATED AGING OF OLERACEOUS SPECIES SEEDS

The quality of seeds used in the agricultural production process is one of the main factors considered for the development of a crop. This study investigated the effect of vigor level in the performance of six oleraceous species seeds. Commercial seeds of lettuce, eggplant, broccoli, cauliflower, rocket, and tomato were subjected to accelerated aging, for 48 and 72 hours, to obtain lots with three vigor levels, resulting in one regular lot and two lots aged for different periods. After that, the seeds were submitted to germination tests, electrical conductivity, seedling emergence in trays, seedling length and dry weight. The effect of accelerated aging becomes stronger when the exposure time of seeds to high air relative humidity and temperature increases. This exposure reduces more emphatically the seed quality for some species, such as lettuce, cauliflower, and rocket, than for others, such as broccoli, tomato and eggplant. Less vigorous seeds, in addition to lower germination and emergence, show delays in the seedling formation process.

KEY-WORDS: Vegetables; physiologic potential; Solanaceae; Brassicaceae; Asteraceae.

INTRODUÇÃO

Testes de vigor têm sido utilizados, principalmente, para identificar diferenças no desempenho de lotes de sementes, que podem se manifestar durante o armazenamento ou após a semeadura, procurando destacar lotes com maior eficiência para o estabelecimento do estande sob ampla faixa de condições ambientais (Marcos Filho et al. 2009).

O cultivo de hortaliças é realizado de maneira intensiva e deve ser estabelecido com o uso de

RESUMO

A qualidade da semente utilizada no processo de produção agrícola é um dos principais fatores considerados para a implantação da cultura. Este trabalho objetivou estudar o efeito do nível de vigor no desempenho de sementes de seis espécies oleráceas. Sementes comerciais de alface, berinjela, brócolis, couve-flor, rúcula e tomate foram submetidas ao envelhecimento acelerado, por 48 e 72 horas, para obtenção de lotes com três níveis de vigor. Obteve-se um lote normal e dois envelhecidos por diferentes períodos. Após a obtenção dos lotes, as sementes foram submetidas a testes de germinação, condutividade elétrica, emergência de plântulas em bandeja, comprimento e massa seca de plântulas. O efeito do envelhecimento acelerado torna-se mais acentuado com o aumento do tempo de exposição das sementes às condições de alta umidade relativa do ar e elevada temperatura. Esta exposição reduz, mais acentuadamente, a qualidade das sementes para algumas espécies, como alface, couve-flor e rúcula, que para outras, como brócolis, tomate e berinjela. Sementes de menor vigor, além de menor germinação e menor emergência, apresentam lentidão no processo de formação de mudas.

PALAVRAS-CHAVE: Hortaliças; potencial fisiológico; Solanaceae; Brassicaceae; Asteraceae.

sementes com alto padrão de germinação. Sendo assim, os testes de vigor têm por objetivo avaliar ou detectar diferenças significativas no potencial fisiológico destes lotes, complementando informações fornecidas pelo teste de germinação (Marcos Filho & Novembre 2009).

Para avaliação do vigor de sementes, deve-se utilizar dois ou mais testes, que avaliem diferentes aspectos do comportamento das sementes (Marcos Filho 2005). Isto dificulta a utilização de um único teste para classificar os lotes, quanto ao vigor, e

1. Trabalho recebido em abr./2010 e aceito para publicação em ago./2011 (nº registro: PAT 9738/ DOI: 10.5216/pat.v41i3.9738).

2. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/Unesp), Departamento de Produção Vegetal, Jaboticabal, SP, Brasil. *E-mail*: rmarani@gmail.com.

3. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Departamento de Produção Vegetal, Piracicaba, SP, Brasil. *E-mail*: deniscosta@usp.br.

4. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia (FE/Unesp), Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Socioeconomia, Ilha Solteira, SP, Brasil. *E-mail*: mesa@agr.feis.unesp.br.

avaliar, de forma segura, o potencial de desempenho de um lote, após o armazenamento e/ou em campo.

O teste de envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais populares para avaliação do vigor de sementes e tem apresentado boas correlações com a emergência de plântulas em campo, para sementes de diversas espécies (Panobianco & Marcos Filho 2001, Kikuti & Marcos Filho 2007, Torres & Negreiros 2008). O princípio do teste caracteriza-se pelo aumento na taxa de deterioração das sementes, por meio da exposição a altas temperaturas e umidade relativa do ar. Estes fatores são preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (Marcos Filho 1999). Assim, sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando queda acentuada de sua viabilidade, após serem submetidas ao envelhecimento artificial.

Embora nenhuma causa específica tenha sido apontada para o processo de deterioração em sementes, há um consenso entre as pesquisas de que a perda da integridade das membranas seria o principal fator chave no processo de deterioração. Entretanto, é possível que partes específicas das sementes se deteriorem mais rapidamente que outras (Freitas 2009), e também há variações na redução do vigor, em função da espécie. Enquanto algumas sementes são resistentes ao processo de deterioração, outras deterioram-se rapidamente e apresentam período de armazenamento reduzido.

Deste modo, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar o comportamento de sementes de seis espécies oleráceas, com diferentes níveis de vigor promovidos pelo envelhecimento acelerado, visando à formação de mudas, por meio da análise do comportamento das sementes e das plântulas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos nos meses de agosto e setembro de 2008, no Laboratório de Análises de Sementes e em casa-de-vegetação da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Unesp, Campus de Ilha Solteira (SP), com sementes comerciais de couve-flor cv. Piracicaba Precoce, berinjela cv. Embu, alface cv. Vera, rúcula cv. Cultivada, brócolis cv. Ramoso Santana e tomate cv. Kada Gigante.

Para avaliar a qualidade inicial das sementes, foram realizados testes de germinação, emergência

de plântulas em bandeja e condutividade elétrica. Para obtenção dos níveis de vigor, cada lote foi envelhecido por 48 e 72 horas e, posteriormente, secos a 38°C, por 48 horas. Obtiveram-se, assim, três lotes: Lote Normal (testemunha, que não sofreu envelhecimento), Lote Envelhecido por 48 horas e Lote Envelhecido por 72 horas.

Após a obtenção dos lotes, as sementes foram submetidas a testes de vigor, germinação e emergência, para verificar o desempenho das mesmas, até atingirem a fase de muda para transplante.

Para a realização do teste de germinação, foram empregadas cinco repetições de 50 sementes por tratamento/espécie. Em caixas de plástico transparentes, tipo Gerbox (11 cm × 11 cm × 3,5 cm), as sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco e colocadas para germinar à temperatura de 25°C, na presença de luz constante. As avaliações de germinação foram realizadas conforme Brasil (2009), aos quatro e sete dias, para rúcula e alface; aos cinco e dez dias, para couve-flor e tomate; aos cinco e 14 dias, para brócolis; e aos sete e 14 dias, para berinjela, após a instalação do teste. A primeira contagem de plântulas foi realizada concomitantemente ao teste de germinação, sendo registrado o número de plântulas normais germinadas até o dia indicado para primeira contagem do teste, para cada espécie (Brasil 2009). Também, juntamente com o teste de germinação, registrou-se, diariamente, o número de plântulas normais, até o último dia indicado para a realização do teste, para calcular o Índice de Velocidade de Germinação - IVG (Maguire 1962).

A condutividade elétrica das sementes foi realizada pelo método da condutividade em massa, sendo que, antes da embebição, as sementes foram pesadas em balança de precisão de 0,001 g. Em um copo plástico, contendo 75 mL de água deionizada, 25 sementes foram mantidas por 24 horas e, após este período, foi realizada a leitura da condutividade elétrica, em aparelho condutivímetro, modelo CD-20. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (Hampton & Tekrony 1995, Marcos Filho & Vieira 2009).

Para a emergência em bandeja, foram utilizadas cinco repetições de 50 sementes por tratamento/espécie semeada, individualmente, a 1 cm de profundidade, em bandejas de poliestireno, contendo substrato comercial Plantmax[®] Hortaliça. A avaliação

foi realizada unicamente no 12º dia após a instalação do teste e foram consideradas as plântulas normais emergidas aquelas cujas folhas estiveram 2 cm acima da superfície do substrato (Nakagawa 1999).

O comprimento de plântula foi avaliado coletando-se dez plântulas que atingiram o estágio de transplante no teste de emergência em bandeja. As plântulas foram medidas com régua graduada, do ápice até a extremidade da raiz, e os resultados expressos em centímetros. Para a massa seca de plântulas, foram utilizadas as dez plântulas provenientes da avaliação de comprimento, colocadas em sacos de papel kraft e levadas a estufa regulada a 65°C, até atingirem massa constante.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições por espécie. Os tratamentos foram constituídos por dois períodos de envelhecimento acelerado (48 e 72 horas) e comparados com a testemunha (Normal). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5%. Os dados dos parâmetros que não obtiveram distribuição normal foram transformados em $\sqrt{x/100}$, para realização da análise de variância, e, posteriormente, representados pela média original. O *software* utilizado para realizar as análises foi o Sistema de Análise Estatística Sisvar, versão 4.6, para microcomputadores (Ferreira 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação da qualidade inicial dos lotes (Tabela 1), verificou-se que, para berinjela, couve-flor e tomate, os valores de germinação foram ligeiramente inferiores aos de emergência. Estas sementes demonstraram atraso no desenvolvimento em germinador, apresentando um nível de dormência, possivelmente, relacionado às condições do ambiente

Tabela 1. Germinação, emergência em substrato e condutividade elétrica de sementes de alface, berinjela, brócolis, couve-flor, rúcula e tomate (Ilha Solteira, SP, 2008).

Tratamentos	Germinação	Emergência	Condutividade Elétrica
	(%)	(%)	($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Alface cv. Vera	97	92	76,6
Berinjela cv. Embu	62	89	23,0
Brócolis cv. Ramoso Santana	98	97	49,0
Couve-flor cv. Piracicaba Precoce	92	97	43,6
Rúcula cv. Cultivada	97	95	34,8
Tomate cv. Kada Gigante	87	96	7,5

em que foram produzidas (Marcos Filho 2005). Isto não acontece em condições de casa-de-vegetação, como evidenciado pelo teste de emergência. Para todas as espécies, as sementes apresentaram elevados valores de emergência, todos superiores ao mínimo exigido para comercialização, que é de 80%.

O envelhecimento provocou severa redução no desempenho das sementes de alface, principalmente com o tempo de exposição de 72 horas (Tabela 2). Quanto ao potencial fisiológico, houve diferenças significativas entre os lotes: os resultados revelaram melhor desempenho do lote normal e pior desempenho dos lotes envelhecidos por 48 e 72 horas (germinação, primeira contagem, IVG).

Não houve diferenças entre o lote normal e o lote envelhecido por 48 horas, na avaliação da emergência, tampouco quando submetidos a condições ambientais variáveis ou ótimas, como proporcionadas pelo teste de germinação. Não houve efeito para as variáveis condutividade elétrica e massa seca de plântulas. Sendo assim, o processo de envelhecimento não sensibilizou o sistema de membranas destas sementes e tampouco afetou o acúmulo de matéria seca. O envelhecimento das sementes de alface pro-

Tabela 2. Desempenho de sementes de alface cv. Vera, em função de níveis de envelhecimento (Ilha Solteira, SP, 2008).

Tratamento	Germinação	Primeira contagem	IVG	Condutividade elétrica	Emergência	Comprimento de plântula	Massa Seca
	(%)	(%)		($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)			
Lote 1: Normal	97,2 a ¹	92,8 a	12,0 a	80,0	97,0 a	10,6 a	0,2386
Lote 2: Envelhecimento 48 h	86,4 ab	78,8 b	10,4 b	72,5	94,4 a	6,8 b	0,2104
Lote 3: Envelhecimento 72 h	78,4 b	67,5 b	9,6 b	62,4	82,8 b	6,9 b	0,2276
DMS	12,99	12,01	0,84	20,84	12,71	0,93	0,05
CV (%)	10,33	11,57	5,79	17,8	8,92	6,48	19,45

¹ Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si, a 5%, pelo teste Tukey.

porcionou redução no tamanho das plântulas, sendo que somente o lote que não sofreu envelhecimento diferiu dos demais. Este resultado está em acordo com Hampton & Tekrony (1995), que apontam o envelhecimento acelerado com solução tradicional a 41°C, por período de 72 horas, como ideal para se estimar o vigor em sementes de alface.

As sementes de berinjela não apresentaram efeitos negativos, em função do processo de envelhecimento, e, conseqüentemente, garantiram uniformidade, em relação aos testes utilizados para tentar diferenciar estes lotes. Verificou-se diferença significativa no teste de germinação, onde prevaleceu a superioridade do lote normal. O envelhecimento não alterou a qualidade fisiológica das sementes, garantindo o desempenho uniforme apresentado pelas mudas (teste de emergência, comprimento e massa seca de plântulas) (Tabela 3).

Bhering et al. (2006), em trabalho com sementes de pimenta, uma outra solanácea, verificaram que o envelhecimento acelerado a 38°C ou 42°C, por 96 horas, fornece informações semelhantes aos testes de primeira contagem de germinação e germinação a baixa temperatura, permitindo classificar os lotes em diferentes níveis de vigor. Como no presente

trabalho a temperatura utilizada situou-se nesta faixa e o tempo de exposição foi menor, pelos resultados obtidos, supõe-se serem as sementes de berinjela menos sensíveis que as de pimenta.

Para Torres & Negreiros (2008), o teste de envelhecimento acelerado, utilizando-se o procedimento a 41°C, durante 48 horas, mostra-se como indicativo na separação dos lotes de sementes de berinjela cv. Embu, em diferentes níveis de vigor. Ainda para os mesmos autores, há necessidade da continuidade dos estudos, para definir procedimento eficiente na condução do teste de envelhecimento acelerado, em sementes de berinjela.

Observaram-se poucas diferenças significativas entre os lotes, quanto ao potencial fisiológico de sementes de brócolis (Tabela 4). Os resultados revelaram melhor desempenho dos lotes normal e envelhecido por 48 horas (condutividade elétrica e massa seca). No geral, as sementes de brócolis não sofreram grandes alterações de vigor, evidenciado pelo teste de primeira contagem, IVG, emergência e comprimento de plântulas, mostrando, assim, que as sementes dos lotes formados estão aptas a se desenvolverem normalmente, levando, possivelmente, a um estande uniforme no campo.

Tabela 3. Desempenho de sementes de berinjela cv. Embu, em função de níveis de envelhecimento (Ilha Solteira, SP, 2008).

Tratamento	Germinação	Primeira contagem	IVG	Condutividade elétrica	Emergência	Comprimento de plântula	Massa Seca
	(%)	(%)		($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)			
Lote 1: Normal	62,4 a ¹	30,0	5,6	23,0	89,6	10,8	0,2449
Lote 2: Envelhecimento 48 h	65,2 a	33,2	5,9	22,7	93,2	10,6	0,2618
Lote 3: Envelhecimento 72 h	48,4 b	28,8	4,7	50,7	91,6	11,0	0,2953
DMS	12,63	7,28	2,17	35,95	7,21	1,54	0,07
CV (%)	10,41	5,76	11,64	19,6	6,73	9,25	9,22

¹ Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si, a 5%, pelo teste Tukey.

Tabela 4. Desempenho de sementes de brócolis cv. Ramoso Santana, em função de níveis de envelhecimento (Ilha Solteira, SP, 2008).

Tratamento	Germinação	Primeira contagem	IVG	Condutividade elétrica	Emergência	Comprimento de plântula	Massa Seca
	(%)	(%)		($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)			
Lote 1: Normal	98,4	96,8	12,2	22,1 a ¹	97,2	15,6	0,4847 a
Lote 2: Envelhecimento 48 h	96,4	96,0	12,0	29,8 ab	94,4	15,2	0,4369 ab
Lote 3: Envelhecimento 72 h	92,8	87,2	11,2	49,0 b	94,4	14,8	0,3979 b
DMS	10,28	11,84	1,96	17,39	6,76	2,43	0,06
CV (%)	10,41	5,76	11,64	19,6	5,88	9,25	9,22

¹ Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si, a 5%, pelo teste Tukey.

No estudo de envelhecimento acelerado, os valores encontrados para brócolis se contrastam na literatura, mostrando que o brócolis é uma espécie que ora suporta condições de estresses, ora é afetado pelas mesmas condições. Assim como neste trabalho, Mello et al. (1999) submetem sementes de brócolis ao envelhecimento acelerado e observaram que até mesmo os lotes envelhecidos foram capazes de produzir plântulas normais, em percentual adequado. Já Fessel et al. (2005) observaram que sementes envelhecidas com água, por 48 e 72 horas, não levaram à separação dos lotes de sementes de brócolis.

Para a couve-flor, foi possível observar diferenças na qualidade fisiológica das sementes, em relação aos lotes formados, com uma boa diferenciação entre eles, em função do tempo em que as sementes foram envelhecidas (Tabela 5).

Os resultados revelaram melhor desempenho do lote normal, seguido pelo lote envelhecido por 48 horas, e pior desempenho do lote envelhecido por 72 horas (germinação, primeira contagem, IVG, emergência e massa seca de plântulas). Nas variáveis que avaliaram a qualidade e desempenho de mudas, o envelhecimento dos lotes propiciou decréscimos no vigor, levando à formação de mudas deficientes e incapazes de formar um estande adequado no campo. Em relação ao comprimento de plântulas, não foram observadas diferenças entre o lote normal e o lote envelhecido por 48 horas, e estes dois lotes apresentaram-se superiores ao lote envelhecido por 72 horas. O teste de condutividade elétrica não detectou diferenças significativas entre os lotes.

Conforme já relatado para sementes de brócolis, o envelhecimento das sementes não foi capaz de promover efeitos drásticos e negativos ao desenvolvimento normal e satisfatório destas sementes. Por outro lado, em sementes de couve-flor pertencentes à mesma espécie, o efeito do envelhecimento foi mais

pronunciado, reduzindo o desempenho das mesmas e o crescimento das plântulas em casa-de-vegetação.

Kikuti & Marcos Filho (2007) avaliaram o nível de vigor das sementes de couve-flor, cultivar Sharon, e verificaram que o nível de vigor influencia o desenvolvimento inicial das plantas, quando as diferenças entre o potencial fisiológico dos lotes são acentuadas, mas este efeito não persiste em fases mais adiantadas e não afeta a produção da cultura. Segundo estes mesmos autores, sementes dos lotes de menor nível de vigor originaram mudas menos vigorosas, pois não resistiram ao estresse do transplante, que acarreta a necessidade de replantio, levando a um atraso no desenvolvimento das mudas, em relação às que não necessitaram do mesmo.

Com base nos resultados obtidos, pôde-se verificar que o potencial fisiológico das sementes influencia o desenvolvimento inicial das mudas de couve-flor. Conforme destacaram Powell et al. (1991), trabalhando com sementes de brássicas, sementes menos vigorosas promoveram a formação de plântulas menores e com maior variação na altura, no estágio de primeira folha, em relação às mais vigorosas.

Observações semelhantes do efeito do envelhecimento sobre o desempenho das sementes, em couve-flor, foram registradas por Matthews (1998). Assim como neste trabalho, o autor verificou que o envelhecimento reduziu a taxa de germinação e o vigor das sementes, avaliado pelo teste de condutividade elétrica.

Para o desempenho de sementes de rúcula (Tabela 6), houve diferenças significativas nas avaliações de germinação, primeira contagem e IVG. Verificou-se que não houve diferenças entre o lote normal e o lote envelhecido por 48 horas, e um pior desempenho do lote envelhecido por 72 horas. Houve aumento na taxa de deterioração das sementes enve-

Tabela 5. Desempenho de sementes de couve-flor cv. Piracicaba, em função de níveis de envelhecimento (Ilha Solteira, SP, 2008).

Tratamento	Germinação	Primeira contagem	IVG	Condutividade elétrica	Emergência	Comprimento de plântula	Massa Seca
	(%)	(%)		($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)			
Lote 1: Normal	92,0 a ¹	87,2 a	11,2 a	43,6	93,2 a	15,0 a	0,5312 a
Lote 2: Envelhecimento 48 h	75,6 b	51,6 b	7,8 b	38,6	78,4 b	13,2 a	0,3311 b
Lote 3: Envelhecimento 72 h	62,4 c	33,2 c	5,8 c	44,8	65,2 c	9,2 b	0,2277 c
DMS	12,63	12,89	1,53	10,63	6,73	1,84	0,06
CV (%)	10,41	5,76	11,64	19,6	5,88	9,25	9,22

¹ Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si, a 5%, pelo teste Tukey.

Tabela 6. Desempenho de sementes de rúcula cv. Cultivada, em função de níveis de envelhecimento (Ilha Solteira, SP, 2008).

Tratamento	Germinação	Primeira contagem	IVG	Condutividade elétrica	Emergência	Comprimento de plântula	Massa Seca
	(%)	(%)		($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)			
Lote 1: Normal	97,2 a ¹	96,3 a	11,9 a	34,8	94,4	12,0	0,4871
Lote 2: Envelhecimento 48 h	84,8 ab	83,2 ab	10,5 ab	33,3	88,4	11,0	0,4902
Lote 3: Envelhecimento 72 h	75,6 b	73,2 b	9,2 b	31,9	92,8	12,0	0,4562
DMS	12,63	12,89	1,53	9,83	9,51	2,79	0,06
CV (%)	10,41	5,76	11,64	19,6	5,88	9,25	9,22

¹ Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si, a 5%, pelo teste Tukey.

Tabela 7. Desempenho de sementes de tomate Grupo Santa Cruz cv. Kada Gigante, em função de níveis de envelhecimento (Ilha Solteira, SP, 2008).

Tratamento	Germinação	Primeira contagem	IVG	Condutividade elétrica	Emergência	Comprimento de plântula	Massa Seca
	(%)	(%)		($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)			
Lote 1: Normal	87,6	47,2	8,1	7,4	96,0	16,4 a ¹	0,3998 a
Lote 2: Envelhecimento 48 h	81,3	34,4	6,7	6,2	94,8	15,4 ab	0,3921 a
Lote 3: Envelhecimento 72 h	79,2	39,2	7,1	5,3	92,8	13,6 b	0,2900 b
DMS	12,41	12,67	1,87	4,21	8,46	1,84	0,05
CV (%)	10,41	8,54	11,64	19,6	5,88	9,25	9,22

¹ Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si, a 5%, pelo teste Tukey.

lhçadas, visto que a deterioração das sementes de rúcula foi menos intensa e que as sementes de rúcula apresentam menor sensibilidade às condições de estresse impostas pelo ambiente de envelhecimento.

Não houve diferenças significativas entre os lotes de sementes de rúcula formados segundo as avaliações de condutividade elétrica, emergência, comprimento e massa seca de plântulas. Tendo-se em vista esta variação nos resultados, para algumas avaliações, as sementes de rúcula apresentaram diferenças e, para outras, não, revelando, assim, que o teste de envelhecimento acelerado das sementes de rúcula se mostra deficiente. Em pesquisas semelhantes, Alves (2007) concluiu que o envelhecimento acelerado, utilizando-se diferentes períodos de envelhecimento (48, 72 ou 96 horas) e três temperaturas (38°C, 41°C ou 45°C), não foi eficiente para a avaliação do vigor de sementes de rúcula.

Os diferentes períodos de exposição das sementes ao processo de envelhecimento não ocasionaram diferenças entre os lotes de sementes de tomate formados (Tabela 7). Não houve diferenças significativas entre os lotes, nas avaliações de germinação, primeira contagem, IVG, condutividade elétrica e emergência. Os lotes normal e envelhecido

por 48 horas apresentaram, no desenvolvimento e formação de mudas, maior comprimento e massa seca de plântulas.

Dados obtidos por Panobianco & Marcos Filho (2001), para dois híbridos de tomate, apontam que a combinação 41°C e 72 horas de condicionamento foi eficiente para a realização do envelhecimento das sementes, pois proporcionou separação adequada dos lotes em níveis de vigor. No presente trabalho, a combinação 41°C e 72 horas somente afetou a qualidade das mudas, resultando em redução no comprimento e na massa seca das plântulas.

Em sementes de cubiu, uma solanácea nativa da Amazônia, o envelhecimento acelerado a 41°C, por 72 ou 96 horas, separou os lotes em diferentes níveis de vigor, nos quais estas sementes apresentaram redução na viabilidade, devido ao aumento considerável da taxa de deterioração das sementes (Pereira & Martins Filho 2010).

Carneiro & Guedes (2002) destacaram que a interpretação do teste de envelhecimento acelerado, para avaliação do potencial fisiológico, tem sido dirigida, principalmente, ao cômputo da percentagem final de germinação (plântulas normais). Segundo estes autores, os resultados do envelhecimento acelerado

geralmente são traduzidos pelo grau de tolerância às condições adversas de temperatura e umidade relativa, expressas, principalmente, pela sobrevivência das sementes e não necessariamente pela queda das taxas de reações químicas que determinam a velocidade de germinação e a taxa de crescimento de plântulas, ou seja, eventos da deterioração que precedem a morte das sementes. Desta forma, estudos relacionando a velocidade de germinação e emergência de plântulas e o crescimento e o acúmulo de matéria seca complementam o procedimento tradicional de determinação da percentagem de plântulas normais.

CONCLUSÕES

1. O processo de envelhecimento acelerado torna-se mais prejudicial às sementes, à medida em que se aumenta o tempo de exposição.
2. A exposição das sementes de berinjela, brócolis e tomate, por 48 e 72 horas, ao envelhecimento acelerado não reduziu, de maneira acentuada, o potencial fisiológico.
3. A redução do vigor acarreta maior lentidão no processo de formação de mudas de alface, couve-flor e tomate.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de bolsa de iniciação científica ao primeiro autor (Processo nº 06/58856-4).

REFERÊNCIAS

ALVES, C. Z. *Metodologias para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rúcula*. 2007. 76 f. Tese (Doutorado em Agronomia)–Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.

BHERING, M. C. et al. Accelerated aging of pepper seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 64-71, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009.

CARNEIRO, J. W. P.; GUEDES, T. A. Dinâmica de ocorrências germinativas em amostras de sementes envelhecidas artificialmente. *Informativo ABRATES*, v. 12, n. 1-3, p. 44-51, 2002.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do Sisvar (sistema para análise de variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FESSEL, S. A. et al. Uso de solução salina (NaCl) no teste de envelhecimento acelerado em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). *Científica*, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 27-34, 2005.

FREITAS, R. A. Deterioração e armazenamento de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. (Ed.). *Tecnologia de sementes de hortaliças*. Brasília, DF: Embrapa hortaliças, 2009. p. 155-184.

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

KIKUTI, A. L. P.; MARCOS FILHO, J. Potencial fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v. 29, n. 1, p. 107-113, 2007.

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. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq, 2005.

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

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo análise computadorizada de imagens. *Revista Brasileira de Sementes*, Lavras, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. (Ed.). *Tecnologia de sementes de hortaliças*. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 185-246.

MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R. D. Seed vigor tests: procedures - conductivity tests. In: BAALBAKI, R. et al. (Orgs.). *Seed vigor tests handbook*. Ithaca: AOSA, 2009. p. 186-200.

MATTHEWS, S. Approaches to the indirect evaluation of germination and vigor. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 55, n. especial, p. 62-66, 1998.

- MELLO, S. C.; SPINOLA, M. C. M.; MINAMI, K. Métodos de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de brócolis. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 56, n. 4, 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. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. p. 2-21.
- 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.
- PEREIRA, M. D.; MARTINS FILHO, S. Envelhecimento acelerado em sementes de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 251-256, 2010.
- POWELL, A. A.; THORNTON, J. M.; MITCHELL, A. Vigour differences in brassica seed and their significance to emergence and seedling variability. *Journal of Agricultural Science*, New York, v. 116, n. 3, p. 369-373, 1991.
- TORRES, S. B.; NEGREIROS, M. Z. Envelhecimento acelerado em sementes de berinjela. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v. 30, n. 2, p. 209-213, 2008.