

Adequação da metodologia do teste de envelhecimento acelerado em sementes de rúcula

Methodology adequation for accelerated aging test in arugula seeds

Charline Zaratín Alves^{1*}; Marco Eustáquio de Sá²

Resumo

A utilização de semente de alto vigor se constitui em elemento básico e fundamental para o sucesso do cultivo. Diante da crescente evolução da indústria sementeira, o aprimoramento dos testes de vigor empregados para diferenciar variações sutis na qualidade de sementes de espécies olerícolas, se faz necessário. O trabalho teve o objetivo de estudar variações na condução do teste de envelhecimento acelerado, verificando sua eficiência na identificação de diferentes níveis de vigor de lotes de sementes de rúcula. Foram utilizadas as cultivares Cultivada e Gigante, com cinco lotes de sementes cada. As sementes foram submetidas à determinação do teor de água, germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas e variações no teste de envelhecimento acelerado, sem solução salina (procedimento tradicional) e com solução salina, nos períodos de 48, 72 e 96 horas; a 38 °C, 41 °C e 45 °C. O teste de envelhecimento acelerado no procedimento tradicional não é eficiente para avaliação do vigor das sementes de rúcula. Já o teste de envelhecimento acelerado com solução salina, utilizando as combinações 41 °C por 72 e 96 horas, apresenta sensibilidade para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rúcula.

Palavras-chave: *Eruca sativa*, hortaliça, qualidade fisiológica, vigor

Abstract

The use of high vigor seed constitutes basic and fundamental. Given the increasing development of the seeds industry and the improvement of vigor tests used to differentiate subtle variations in the quality of seeds of vegetable crops, is needed. The objective was to study variations in conducting the accelerated aging test, to verify their sensitivity for identifying different vigor levels of arugula seed. Were used the cultivars Cultivada and Gigante, using five lots of seeds for each. The seeds were subjected to the determination of water content, germination, first germination, emergence of seedlings and variations in the accelerated aging test, without salt solution (traditional procedure) and with salt solution in 48, 72 and 96 hours; at 38 °C, 41 °C and 45 °C. The accelerated aging test in traditional procedure is not efficient to evaluate the vigor of arugula seeds. The accelerated aging test with saline solution using the combination 41 °C for 72 hours, was sensitive to evaluate of the physiological potential of arugula seeds.

Key words: *Eruca sativa*, vegetable, quality physiology, vigor

¹ Eng^a. Agr^a., Prof^a. Dr^a. Adjunto, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Campus de Chapadão do Sul. Chapadão do Sul, MS. E-mail: charline.alves@ufms.br

² Eng^o. Agr^o. Prof. Titular, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP. E-mail: mesa@agr.feis.unesp.br

* Autor para correspondência

Introdução

Dentre os testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, o envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais utilizados, proporcionando informações com alto grau de consistência (TEKRONY, 1995). Esse teste se baseia na aceleração da taxa de deterioração das sementes, mediante sua exposição à temperatura e umidade relativa do ar elevadas, considerados como os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração. Nessa situação, sementes mais vigorosas deterioram mais lentamente que as menos vigorosas, apresentando redução diferenciada da viabilidade. O teste de envelhecimento acelerado está relacionado ao potencial de conservação das sementes; e por isso, pode ser considerado como um dos mais sensíveis para a avaliação do vigor, dentre os disponíveis na atualidade (MARCOS FILHO, 1999b).

Vários fatores afetam o comportamento das sementes submetidas a esse teste, sendo que a interação temperatura/período de exposição é um dos mais estudados. Nesse sentido, têm sido indicadas combinações favoráveis para avaliar o vigor de sementes de diferentes espécies, tais como abóbora, 41°C/48h (CASAROLI et al., 2006); beterraba, 42°C/24h (SILVA; VIEIRA, 2006); brócolis, 45°C/48h (FESSEL et al., 2005) e rabanete, 41°C/72h (ÁVILA; VILLELA; ÁVILA, 2006).

Outro aspecto a ser considerado no teste de envelhecimento acelerado, é a diferença marcante na absorção de água pelas sementes que, quando expostas à atmosfera úmida, podem apresentar variações acentuadas no teor de água. Pesquisas conduzidas com espécies de sementes relativamente pequenas têm revelado resultados pouco consistentes devido à variação acentuada do teor de água das amostras, após o envelhecimento (POWELL, 1995). Por esse motivo, vêm sendo estudadas alternativas para a condução do teste de envelhecimento acelerado com sementes dessas espécies, como a substituição da água por soluções

saturadas de sais. A eficiência desse procedimento foi verificada, dentre outros, por Silva e Vieira (2006), com sementes de beterraba; Ávila, Villela e Ávila (2006), com rabanete e Torres e Marcos Filho (2001), com maxixe. Jianhua e McDonald (1996) realizaram o teste com soluções saturadas de NaCl, KCl e NaBr, de modo a obter umidades relativas de 76%, 87% e 55%, e verificaram que o método retardou a absorção de água das sementes de *Impatiens walleriana* Hook. e se mostrou eficiente na avaliação do vigor.

Para ambos os métodos de condução do teste de envelhecimento acelerado, com e sem utilização de solução salina, o período e a temperatura de exposição das sementes ainda não se encontra totalmente determinado para todas as espécies, embora tenha sido mais intensamente estudado para grandes culturas. Na literatura encontra-se apenas um trabalho com sementes de rúcula (RAMOS et al., 2004), tornando-se necessário mais estudos a respeito dessa hortaliça.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estudar variações na temperatura e períodos de exposição para condução do teste de envelhecimento acelerado, com e sem solução salina, na avaliação do potencial fisiológico de sementes de rúcula.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Produção e Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – do Campus de Ilha Solteira/SP, utilizando-se cinco lotes de sementes de duas cultivares de rúcula, Cultivada e Gigante. As sementes foram submetidas à determinação do teor de água, germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas e variações na condução do teste de envelhecimento acelerado.

As sementes recebidas da empresa Isla estavam embaladas em recipientes herméticos do tipo lata, e durante todo o período experimental, permaneceram

armazenadas em câmara seca a temperatura de 20 °C e 50% de umidade relativa do ar.

A determinação do **teor de água** foi feita pelo método da estufa a 105 ± 3 °C durante 24 horas (BRASIL, 2009), em duas subamostras com aproximadamente 2,0g de sementes para cada lote. Para o **teste de germinação** foram utilizados quatro subamostras de 50 sementes por lote, distribuídas sobre uma folha de papel germitest, previamente umedecidas com água destilada, na quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, colocadas no interior de caixas plásticas transparentes (11,5 x 11,5 x 3,5 cm), e mantidas em germinador regulado a temperatura constante de 25 °C. As avaliações foram realizadas aos quatro e sete dias após a semeadura (BRASIL, 2009). A **primeira contagem de germinação** foi realizada juntamente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem média de plântulas normais, obtidas aos quatro dias após a semeadura. Para a **emergência de plântulas** foram utilizadas bandejas de isopor com 128 células individuais, contendo substrato comercial Plantmax®, as quais foram mantidas em casa de vegetação com controle de temperatura (25 °C), com regas diárias (3 vezes ao dia). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por lote, colocando-se uma semente por célula. A avaliação da emergência das plântulas foi efetuada aos 10 dias após a semeadura, mediante a contagem de plântulas normais emergidas.

O teste de **envelhecimento acelerado sem solução salina (procedimento tradicional)** foi conduzido utilizando-se caixas plásticas transparentes (11,5 x 11,5 x 3,5 cm) como compartimentos individuais (mini-câmaras), conhecido como método do gerbox, possuindo em seu interior suportes para apoio de uma tela metálica. Como a semente de rúcula é muito pequena, por cima dessa tela foi colocado um pedaço de tule, a fim de impedir que a semente caísse na água. Na superfície de cada uma dessas, foram distribuídas em camada única, aproximadamente 5,0 g de sementes para cada lote. Para o controle da umidade relativa do ar

no interior das caixas, foram colocados 40 mL de água destilada. As caixas foram fechadas e mantidas em câmaras durante os períodos de envelhecimento (48, 72 ou 96 horas), sendo utilizadas três temperaturas constantes (38 °C, 41 °C ou 45 °C). Após cada período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, sendo a avaliação realizada na data da primeira contagem. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, para cada lote. Também foi determinado o teor de água das sementes, antes e após cada período de envelhecimento, visando à avaliação da uniformidade das condições do teste.

O teste de **envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl** foi conduzido da mesma maneira do que o procedimento tradicional, com exceção de serem adicionados ao fundo da caixa plástica (mini-câmara), 40 mL de solução saturada de NaCl, em substituição à água. Essa solução foi obtida pela mistura de 40g de NaCl em 100 mL de água, estabelecendo com isso, um ambiente com 76% de umidade relativa do ar (JIANHUA; MCDONALD, 1996).

As análises de variância foram realizadas separadamente para cada cultivar e variação do teste conduzido, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo que as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Determinou-se também o coeficiente de correlação simples (r) entre os resultados dos testes de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional e com solução salina) e o teste de emergência de plântulas.

Resultados e Discussão

Os resultados da avaliação inicial da qualidade fisiológica dos lotes de sementes de rúcula encontram-se na Tabela 1. Verificou-se que para os lotes da cultivar Cultivada, o teste de germinação destacou o lote 4 como o de maior germinação diferindo estatisticamente dos demais, e os lotes 1, 2, 3 e 5 não diferiram entre si. Os testes de primeira

contagem de germinação e emergência de plântulas em casa de vegetação confirmaram o lote 4 como o de pior qualidade e permitiu destacar os lotes

1, 3 e 5 como os de maior vigor, não diferindo estatisticamente entre si. O lote 2 se mostrou como intermediário.

Tabela 1. Qualidade inicial de cinco lotes de sementes de rúcula das cultivares Cultivada e Gigante. Ilha Solteira/SP, 2009.

Cultivares	Lotes	Umidade	Germinação	Primeira Contagem	Emergência
			%		
Cultivada	1	5,5	98 a	96 a	98 a
	2	5,0	93 a	82 b	89 b
	3	5,4	97 a	94 a	96 a
	4	5,5	85 b	73 c	78 c
	5	5,0	96 a	95 a	97 a
	CV (%)	-	3,3	4,0	6,2
Gigante	6	5,5	96 a	96 a	96 a
	7	5,9	98 a	84 b	89 b
	8	5,7	94 a	72 c	75 c
	9	5,3	94 a	73 c	76 c
	10	5,3	97 a	95 a	98 a
	CV (%)	-	2,9	3,8	5,8

Letras distintas dentro de cada coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

Já os resultados dos lotes da cultivar Gigante não diferiram entre si no teste de germinação. Porém, resultados elevados e semelhantes no teste de germinação não significam necessariamente que todos os lotes possuem alto vigor, uma vez que o teste de germinação é conduzido em condições favoráveis de temperatura, umidade e luminosidade, permitindo ao lote a expressão do potencial máximo para produzir plântulas normais (MARCOS FILHO, 1999a). Nesse sentido, os testes de primeira contagem de germinação e emergência de plântulas em casa de vegetação apresentaram maior sensibilidade, indicando menor qualidade fisiológica dos lotes 8 e 9 em comparação aos demais lotes.

De maneira semelhante ao teste de primeira contagem de germinação, o teste de emergência de plântulas em casa de vegetação permitiu classificar para as duas cultivares, os lotes de melhor e pior desempenho. O teste de emergência de plântulas

constituiu um parâmetro indicador da eficiência dos testes para avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes (MARCOS FILHO, 1999a).

Os dados referentes ao teste de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional), utilizando-se três temperaturas e três períodos de condicionamento, para cinco lotes de sementes de rúcula, das cultivares Cultivada e Gigante são apresentados na Tabela 2. Verificou-se que todos os períodos de envelhecimento e temperatura utilizados proporcionaram a identificação do lote 4 como o de menor potencial fisiológico, para a cultivar Cultivada, exceto quando se utilizou o período de 48 h a 38 °C e 48 h a 45 °C. Porém, não houve concordância na ordenação dos lotes com relação às avaliações iniciais (primeira contagem de germinação e emergência em casa de vegetação – Tabela 1), pois não houve a identificação dos lotes 1, 3 e 5 como os de melhor qualidade, exceto para os períodos de 48 e 72 h na temperatura de 41 °C.

Para a cultivar Gigante, a temperatura de 38 °C permitiu a identificação do lote 7 como o de menor qualidade, diferindo significativamente dos demais. Já nas temperaturas de 41 °C e 45 °C, de modo geral,

os lotes de pior qualidade fisiológica foram os lotes 8 e 9; porém este teste não conseguiu promover a separação dos lotes 6, 7 e 10 com relação ao vigor.

Tabela 2. Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional) de cinco lotes de sementes de rúcula das cultivares Cultivada e Gigante. Ilha Solteira/SP, 2009.

Cultivares	Lotes	38° C			41° C			45° C		
		48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h
		%								
Cultivada	1	96 a	97 a	95 a	95 a	94 a	83 a	56 a	43 a	22 a
	2	91 a	91 a	90 a	83 b	82 b	80 a	54 a	41 a	24 a
	3	94 a	93 a	92 a	94 a	93 a	81 a	58 a	45 a	20 a
	4	91 a	85 b	83 b	79 b	83 b	79 b	53 a	23 b	12 b
	5	95 a	95 a	93 a	95 a	93 a	81 a	59 a	44 a	23 a
		CV (%) = 4,5								
Gigante	6	96 a	95 a	92 a	93 a	95 a	74 a	64 a	39 a	24 a
	7	90 ab	87 b	78 b	93 a	81 b	75 a	61 a	42 a	21 a
	8	86 b	90 ab	89 a	79 b	85 b	66 b	52 b	30 b	15 b
	9	85 b	91 a	90 a	89 a	69 c	65 b	68 a	35 b	10 b
	10	94 a	93 a	91 a	90 a	92 a	71 a	62 a	41 a	23 a
		CV (%) = 4,7								

Letras distintas dentro de cada coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores

Com relação ao tempo de condicionamento, verificou-se que o período de 48 horas de envelhecimento, para todas as temperaturas estudadas, mostrou-se pouco eficiente na separação dos lotes em diferentes níveis de vigor. Estudando sementes de maxixe, Torres e Marcos Filho (2001) também constataram que o período de 48 horas, a 41 °C, se mostrou pouco sensível para estimar o potencial fisiológico das sementes.

Constatou-se, de modo geral, que a temperatura de 45 °C promoveu efeitos mais drásticos sobre a germinação do que as temperaturas de 38 °C e 41 °C, principalmente para os lotes considerados de menor potencial fisiológico. A elevação da temperatura se mostrou mais severa do que o período de condicionamento das sementes. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Casaroli et al. (2006), que sugeriu o monitoramento constante da temperatura durante o teste, para que sejam obtidos dados consistentes.

Para a cultivar Cultivada, verificou-se que os períodos de 72 e 96 horas, para as temperaturas de 38 °C e 45 °C, demonstraram maior sensibilidade para identificação dos lotes de diferentes níveis de vigor, indicando o lote 4 como o de menor potencial fisiológico, diferindo estatisticamente dos demais. Para a temperatura de 41 °C, os períodos de 48 e 72 horas se mostraram mais sensíveis para a separação dos lotes, identificando os lotes 2 e 4 como os de pior qualidade, e os lotes 1, 3 e 5 como os melhor desempenho. No entanto, estes resultados diferem dos obtidos na Tabela 1, pois em todas as condições testadas não houve concordância em relação à ordenação dos lotes, obtidas na avaliação inicial das sementes.

Observou-se que o período de 48 horas foi mais eficiente em separar os lotes da cultivar Gigante a 38 °C, identificando os lotes 8 e 9 como os de pior desempenho. A 41 °C, o período de condicionamento de 72 horas permitiu uma melhor separação dos

lotes, apontando o lote 9 como de pior qualidade, e os lotes 6 e 10 como os de melhor qualidade. Na temperatura de 45 °C, os períodos de 72 e 96 horas de condicionamento revelaram os lotes 8 e 9 como os de menor vigor, não diferindo estatisticamente entre si. Esses resultados também discordam dos obtidos na Tabela 1, não havendo uma ordenação consistente dos lotes com relação ao potencial fisiológico. De uma maneira geral, segundo Marcos Filho (1999b), o teste de envelhecimento acelerado também apresenta dificuldades para a identificação de lotes com vigor médio, assim como verificado para outros testes de vigor.

Apesar de vários estudos terem sido conduzidos, ainda não há consenso entre os pesquisadores, quanto aos períodos mais adequados na execução do teste de envelhecimento acelerado para sementes de diversas espécies de importância econômica. Segundo Marcos Filho (1999b), o que predomina

nas pesquisas é a avaliação mediante a sensibilidade de amostras ao envelhecimento, através de tentativas do uso de vários períodos de exposição. Alguns trabalhos com sementes de hortaliças se destacam na literatura, envolvendo diferentes períodos e temperaturas, como por exemplo, Panobianco e Marcos Filho (2001) em tomate, 41 °C/72 h; Martins et al. (2002) em brócolis, 41 °C/72 h; Ramos et al. (2004) em rúcula, 41 °C/48 h.

Os dados referentes ao teor de água das sementes após o teste de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional) são apresentados na Tabela 3. Segundo Marcos Filho (1999a), a comparação de amostras que apresentem graus de umidade semelhantes antes do envelhecimento acelerado é conveniente, embora diferenças de até 2% não sejam comprometedoras. De acordo com a Tabela 1, o teor de água das sementes antes da realização do teste foi semelhante entre os lotes, variando de 5,0 a 5,9%.

Tabela 3. Dados médios obtidos para teor de água das sementes após os períodos de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional) de cinco lotes de sementes de rúcula das cultivares Cultivada e Gigante. Ilha Solteira/SP, 2009.

Cultivares	Lotes	38° C			41° C			45° C		
		48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h
		%								
Cultivada	1	27,2	30,2	31,0	25,2	27,9	28,3	25,1	29,4	36,9
	2	31,0	34,8	35,6	28,1	30,1	34,4	28,7	31,9	40,1
	3	26,9	30,1	30,8	26,0	28,2	28,1	25,3	29,5	37,4
	4	33,7	36,7	36,5	30,9	33,0	35,9	30,9	34,0	43,8
	5	27,1	30,2	30,9	25,7	27,4	28,0	25,2	28,8	36,7
Gigante	6	29,3	33,2	35,1	30,0	31,2	34,0	31,7	34,7	43,1
	7	26,8	29,0	30,3	25,7	27,0	28,3	25,0	29,3	37,4
	8	27,1	29,4	30,7	25,5	26,9	28,1	25,2	28,8	37,6
	9	30,5	34,8	35,7	32,1	33,7	35,9	35,3	36,5	45,0
	10	26,9	28,7	29,9	25,6	26,8	27,7	24,9	29,6	37,2

Fonte: Elaboração dos autores.

O teor de água das sementes após o envelhecimento acelerado é um dos principais indicadores da uniformidade das condições deste teste, onde variações de 3 a 4% entre os lotes são considerados toleráveis (TORRES et al., 1998, MARCOS FILHO, 1999a). Na Tabela 3 verificou-se que o teor de água entre os lotes da cultivar Cultivada variou de 5,2 a 7,9%; e a variação entre os lotes da cultivar Gigante foi de 3,7 a 10,4%, estando estes valores superiores ao limite tolerável. Fessel et al. (2005), em sementes de brócolis constataram acentuada elevação no teor de água das sementes, atingindo valores entre 18,56 e 37,83%. Já Ávila, Villela e Ávila (2006), em sementes de rabanete verificaram variações de 28,1 a 38,2%, sendo consideradas excessivas ao final do envelhecimento acelerado.

Observou-se que a porcentagem de germinação foi reduzida drasticamente nos tratamentos em que o teor de água excedeu 37% após o envelhecimento acelerado (Tabela 3), ou seja, a associação entre

temperatura elevada (45 °C) e alta umidade relativa do ar promoveu degradação acentuada no metabolismo das sementes, e ainda acentuou a incidência de patógenos.

Na Tabela 4 encontram-se os dados obtidos para o teste de envelhecimento acelerado com solução salina, utilizando-se três temperaturas e três períodos de condicionamento, para cinco lotes de sementes de rúcula, das cultivares Cultivada e Gigante. Verificou-se, de maneira geral, que o período de condicionamento de 48 horas para todas as temperaturas testadas, não foi eficiente na separação dos lotes da cultivar Cultivada. Os períodos de 72 e 96 horas se mostraram eficientes na separação dos lotes, sendo mais adequado na temperatura de 41 °C, pois essa condição mostrou uma relação direta com os resultados obtidos na avaliação inicial dos lotes (Tabela 1), indicando o lote 4 como o menos vigoroso, os lotes 1, 3 e 5 como os de maior qualidade fisiológica e o lote 2 como intermediário.

Tabela 4. Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl de cinco lotes de sementes de rúcula das cultivares Cultivada e Gigante. Ilha Solteira/SP, 2009.

Cultivares	Lotes	38° C			41° C			45° C		
		48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h
		%								
Cultivada	1	98 a	98 a	96 a	96 a	94 a	92 a	88 a	84 a	80 a
	2	94 a	95 a	92 a	93 a	88 b	84 b	86 a	81 a	76 a
	3	96 a	94 a	92 a	95 a	93 a	91 a	85 a	83 a	78 a
	4	94 a	90 b	89 b	98 a	80 c	78 c	89 a	86 a	65 b
	5	97 a	96 a	94 a	92 a	92 a	90 a	84 a	80 a	79 a
		CV (%) = 3,9								
Gigante	6	97 a	96 a	94 a	96 a	95 a	92 a	85 a	82 a	79 a
	7	94 a	93 a	90 a	95 a	89 b	84 b	88 a	86 a	81 a
	8	93 a	86 b	82 b	92 a	80 c	76 c	80 b	77 b	73 b
	9	95 a	92 a	91 a	83 b	81 c	73 c	89 a	85 a	76 b
	10	96 a	94 a	92 a	97 a	94 a	91 a	90 a	89 a	82 a
		CV (%) = 4,2								

Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

Para a cultivar Gigante, o período de 48 horas permitiu a separação dos lotes somente a 41 °C e 45 °C. Entretanto, essa identificação dos lotes só se mostrou consistente nos períodos de 72 e 96 horas, à temperatura de 41 °C, mostrando relação direta com os resultados obtidos na Tabela 1, apontando os lotes 8 e 9 como os de menor potencial fisiológico, os lotes 6 e 10 como os mais vigorosos e o lote 7 como intermediário.

Verificou-se que para ambas cultivares, nas temperaturas de 38 °C e 45 °C, não foi possível a identificação dos lotes com vigor intermediário, não sendo, portanto, considerados adequados para a realização do teste de envelhecimento acelerado com solução salina. A descrição do teste de envelhecimento acelerado cita a possibilidade da utilização de temperaturas de 38 °C a 45 °C, porém,

grande parte dos pesquisadores que se dedicam a estudos sobre o teste indica o uso de 41 °C (MARCOS FILHO, 2005).

O teor de água das sementes após o período de envelhecimento (Tabela 5), em geral, foram semelhantes para todos os 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 na Tabela 3, indicando que o uso de solução salina a base de NaCl contribuiu para retardar a absorção de água pelas sementes. Diversos autores relataram que mesmo com teor de água inferior, há estresse suficiente para reduzir a germinação, principalmente em sementes de hortaliças (RAMOS et al., 2004; FESSEL et al., 2005; ÁVILA; VILLELA; ÁVILA, 2006; SILVA; VIEIRA, 2006).

Tabela 5. Dados médios obtidos para teor de água das sementes após os períodos de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl de cinco lotes de sementes de rúcula das cultivares Cultivada e Gigante. Ilha Solteira/SP, 2009.

Cultivares	Lotes	38° C			41° C			45° C		
		48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h
		%								
Cultivada	1	9,2	9,0	9,4	9,0	9,5	9,9	9,5	9,1	9,9
	2	9,6	9,5	9,6	9,5	9,1	9,2	9,1	9,5	9,7
	3	9,1	9,3	9,8	9,7	9,0	9,7	9,0	9,8	9,4
	4	9,7	9,8	9,0	9,8	9,6	9,2	9,3	9,5	9,8
	5	9,6	9,1	9,5	9,6	9,8	9,0	9,2	9,8	9,7
Gigante	6	9,0	9,5	9,7	9,4	9,0	9,9	9,1	9,8	9,9
	7	9,8	9,6	9,4	9,2	9,8	9,5	9,5	9,5	9,8
	8	9,2	9,4	9,8	9,3	9,4	9,1	9,0	9,5	9,6
	9	9,5	9,7	9,0	9,1	9,6	9,8	9,4	9,7	9,8
	10	9,3	9,9	9,8	9,0	9,8	9,2	9,8	9,9	9,7

Fonte: Elaboração dos autores.

Observou-se também que o uso de solução saturada de NaCl promoveu valores de umidade relativa baixos, suficientes para reduzir acentuadamente ou impedir o desenvolvimento de microrganismos, minimizando a preocupação com efeitos de microrganismos associados às sementes interferir nos resultados do teste.

Na Tabela 6 são apresentados os valores do coeficiente de correlação simples entre os dados do teste de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional e com solução salina) e da emergência

de plântulas. Verificou-se que não houve correlação significativa para nenhuma das combinações de tempo e temperatura testadas no envelhecimento acelerado utilizando o procedimento tradicional. Já quando se fez uso da solução salina, observou-se que na temperatura de 41 °C nos tempos de 72 e 96 h, os dados obtidos para as duas cultivares mostraram uma correlação significativa ($p \leq 0,05$), indicando que esta combinação relaciona-se com a emergência de plântulas, podendo ser considerada eficiente para identificar diferenças entre lotes de sementes de rúcula quanto ao seu potencial fisiológico.

Tabela 6. Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos no teste de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional e com solução salina) e a emergência de plântulas para os lotes de sementes de rúcula das cultivares Cultivada e Gigante. Ilha Solteira/SP, 2009.

Período / Temperatura	Procedimento tradicional					
	Cultivada			Gigante		
	48	72	96	48	72	96
38 °C	0,23	0,35	0,38	0,40	0,38	0,42
41 °C	0,69	0,71	0,54	0,37	0,70	0,67
45 °C	0,25	0,37	0,39	0,41	0,45	0,62
	Solução salina					
	48	72	96	48	72	96
	48	72	96	48	72	96
38 °C	0,32	0,41	0,39	0,35	0,43	0,41
41 °C	0,30	0,98*	0,97*	0,40	0,99*	0,98*
45 °C	0,33	0,28	0,42	0,62	0,58	0,60

* r significativo a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

Conclusões

O teste de envelhecimento acelerado no procedimento tradicional não é eficiente na avaliação do potencial fisiológico de sementes de rúcula.

O teste de envelhecimento acelerado com solução salina saturada de NaCl utilizando as combinações 41 °C com 72 e 96 horas, apresenta sensibilidade para avaliação do potencial fisiológico de rúcula.

Referências

- 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*, Brasília, v. 28, n. 3, p. 52-58, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 365 p.
- CASAROLI, D.; GARCIA, D. C.; MENEZES, N. L.; MUNIZ, M. F. B.; BAHRY, C. A. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de abóbora. *Revista da FZVA, Uruguaiana*, v. 13, n. 2, p. 97-107, 2006.

- 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. *italica* Plenck). *Científica*, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 27-34, 2005.
- JIANHUA, Z.; McDONALD, M. D. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 25, n. 1, p. 123-131, 1996.
- MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.
- _____. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999b. p. 1-24.
- _____. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999a. p. 1-21.
- MARTINS, C. C.; MARTINELU-SENEME, A.; CASTRO, M. M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 24, n. 2, p. 96-101, 2002.
- 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.
- POWELL, A. A. The controlled deterioration test. In: VAN DE VENTER, H. A. (Ed.). *Seed vigour testing seminar*. Copenhagen: ISTA, 1995. p. 73-87.
- RAMOS, N. P.; FLOR, E. P. O.; MENDONÇA, E. A. F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 26, n. 1, p. 98-103, 2004.
- SILVA, J. B.; VIEIRA, R. D. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 28, n. 2, p. 128-134, 2006.
- TEKRONY, D. M. Accelerated aging. In: VAN DE VENTER, H. A. (Ed.). *Seed vigour testing seminar*. Copenhagen: ISTA, 1995. p. 53-72.
- TORRES, S. B.; CASEIRO, R. F.; RODO, A. B.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) com ênfase ao teste de condutividade elétrica. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 480-483, 1998.
- TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 23, n. 2, p. 108-112, 2001.