

AValiação DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE BETERRABA¹

JOSUÉ BISPO DA SILVA², ROBERVAL DAITON VIEIRA³

RESUMO - As informações disponíveis na literatura nacional sobre a avaliação do vigor de sementes de beterraba são escassas, embora essa cultura seja de grande importância. O objetivo do trabalho foi definir metodologia para avaliar o potencial fisiológico das sementes, comparando resultados obtidos em laboratório com a emergência de plântulas em campo. Sementes de beterraba, cultivar Top Tall Early Wonder, representadas por cinco lotes adquiridos no comércio, foram avaliadas quanto à viabilidade (teste de germinação) e ao vigor (testes de primeira contagem, velocidade de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl e emergência de plântulas em campo). O teste de envelhecimento acelerado com solução salina saturada manteve baixo o teor de água e não reduziu a intensidade de deterioração das sementes. Os testes de envelhecimento acelerado tradicional e com solução de NaCl, ambos a 42°C, mostraram-se adequados para identificar diferenças no potencial fisiológico de sementes de beterraba.

Termos para indexação: *Beta vulgaris*, vigor, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas.

EVALUATION OF PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF BEETROOT SEEDS

ABSTRACT - Although the beetroot crop is very important, little information is available in the Brazilian literature about seed vigor evaluation of this species. This research was conducted to evaluate the physiological potential of seeds by different tests, comparing their performance with seedling field emergence. Beetroot seeds, cultivar Top Tall Early Wonder from five commercial seedlots, were submitted to germination, first count, speed of germination, accelerated aging (traditional and saturated salt) and seedling field emergence tests. The saturated salt accelerated aging (SSAA) did not reduce the intensity of deterioration, but seed moisture content was maintained at a low level. The traditional and saturated salt accelerated aging, both at 42°C, were efficient to detect differences in vigor levels among beetroot seed lots.

Index terms: *Beta vulgaris*, accelerated aging, physiological potential, seedling emergency.

INTRODUÇÃO

Em sementes de hortaliças, a qualidade é particularmente importante porque são efetuados altos investimentos tanto na implantação, devido ao elevado custo das sementes, quanto durante todo o processo produtivo (Bittencourt, 1991). Assim, o sucesso da olericultura geralmente depende do estabelecimento de estande adequado para cada cultura, caso contrário podem ocorrer reduções na quantidade e variações na qualidade do produto final (Grassbaugh e Bennett, 1998).

A cultura da beterraba utiliza grande quantidade de sementes em sua implantação. Devido à ausência de clima adequado para a produção de sementes no Brasil, os produtores precisam importá-las, o que reduz a lucratividade pelo seu alto custo. A utilização de sementes de elevado potencial fisiológico torna-se então fundamental, a fim de que sejam evitados equívocos na semeadura.

Por ser conduzido sob condições ótimas, o teste padrão de germinação pode não refletir as reais condições encontradas pelas sementes logo após a semeadura em campo. Por isso, a

¹ Submetido em 02/05/2005. Aceito para publicação em 18/09/2005;

² Eng. Agrônomo, MSc., Doutorando em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes), Departamento Produção Vegetal, Universidade Estadual

Paulista – UNESP, Jaboticabal-SP, CEP: 14844-900; jbsilva@fcav.unesp.br;

³ Professor Titular, Depto. Produção Vegetal, UNESP, Jaboticabal-SP; rdvieira@fcav.unesp.br.

tecnologia de sementes tem feito uso de procedimentos que objetivam, basicamente, identificar possíveis diferenças no potencial fisiológico de lotes que apresentam poder germinativo semelhante e dentro de padrões comercializáveis, permitindo distinguir, com eficiência, os lotes com menor ou maior probabilidade de apresentar o desempenho desejado durante o armazenamento ou em campo (Vieira et al., 1994; Hampton e Tekrony, 1995; Marcos Filho, 1999).

Entre os testes de vigor mais conhecidos, incluem-se a velocidade e a primeira contagem de germinação. Esses testes são de fácil execução, uma vez que a coleta de dados é efetuada no próprio teste de germinação. O teste de velocidade de germinação considera que lotes cujas sementes germinam mais rápido são mais vigorosos, havendo, portanto, relação direta entre velocidade de germinação e vigor das sementes. Assim, lotes com desempenho germinativo semelhante podem diferir quanto à velocidade de germinação e, assim, quanto ao nível de vigor. O teste de primeira contagem também avalia, indiretamente, a velocidade de germinação; de tal forma que, quanto maior o número de plântulas normais computadas na data da primeira contagem, maior será o vigor do lote (Nakagawa, 1999).

Por outro lado, um dos testes utilizados para avaliar o potencial fisiológico de sementes é o envelhecimento acelerado. A possibilidade de padronização da metodologia de execução e a reprodutibilidade de resultados são duas grandes vantagens de seu uso (Tomes et al., 1988; Hampton e Tekrony, 1995; AOSA, 2002). Seu princípio baseia-se no fato de que sementes de maior vigor são mais tolerantes a umidade relativa do ar e temperatura elevadas, apresentando maiores valores de germinação após o envelhecimento (Delouche e Baskin, 1973; Marcos Filho, 1999). Além de eficiente na comparação do vigor e de estimar o potencial de armazenamento dos lotes de sementes, tem apresentado boa relação com o teste de emergência de plântulas em campo, em diversas espécies cultivadas.

Porém, em alguns trabalhos com sementes de hortaliças, o teste de envelhecimento acelerado tem revelado resultados pouco consistentes. Uma das razões pode ser a rápida absorção de água, resultando em grau de deterioração mais intenso, com redução mais drástica da germinação (Powell e Matthews, 1994; Powell, 1995; Panobianco e Marcos Filho, 1998; Spinola et al., 1998; Rodo et al., 2000).

Em função destes aspectos, foi proposta nova metodologia de condução desse teste, onde os 40mL de água deionizada utilizados no interior das caixas plásticas de germinação são substituídos por igual volume de solução

saturada com sal. As moléculas do sal adsorvem-se às da água, restringindo sua disponibilidade no ambiente da câmara. Com isso, a taxa de evaporação no interior dessas caixas é menor, o que significa menor umidade relativa do ar e conseqüentemente menor valor de equilíbrio higroscópico das sementes, culminando com menor intensidade de deterioração. Outra vantagem desse método é que ele pode ser conduzido utilizando-se de metodologia e equipamentos idênticos aos usados para sementes de grandes culturas (exceto a substituição de água por uma solução saturada), conforme destacaram Jianhua e McDonald (1996).

Diversos trabalhos têm mostrado a eficiência do teste de envelhecimento acelerado com uso de soluções saturadas no controle da umidade disponível para as sementes de hortaliças, como milho-doce (Bennett et al., 1998), pimentão (Panobianco e Marcos Filho, 1998; Rodo et al., 2000), pepino (Bhering et al., 2000) e tomate (Panobianco e Marcos Filho, 2001).

Para ambos os métodos de condução do teste de envelhecimento acelerado, o período de exposição das sementes ainda não se encontra totalmente determinado para todas as espécies, embora tenha sido mais intensamente estudado para grandes culturas. Logo, pesquisas nesse sentido, principalmente com sementes de hortaliças, fazem-se necessárias, pois condições muito drásticas ou brandas podem dificultar ou impedir a detecção de diferenças de qualidade entre os lotes (Spinola et al., 1998; Marcos Filho, 1999).

Os testes de vigor, além de ranquear os lotes, devem associar-se ao desempenho das plântulas em campo, a fim de um monitoramento da eficiência dos procedimentos adotados em laboratório (Marcos Filho, 1999), o que foi conseguido nos trabalhos de Piana et al. (1995) e Larsen et al. (1998) com sementes de hortaliças.

Diante do exposto, a pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de definir metodologias adequadas para avaliar o potencial fisiológico de sementes de beterraba, comparando os resultados de laboratório com a emergência de plântulas em campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho, realizado no Laboratório Análise de Sementes da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, utilizou frutos de beterraba, que podem conter até cinco sementes verdadeiras (Filgueira, 2000), pertencentes à cultivar Top Tall Early Wonder, provenientes de cinco lotes adquiridos no comércio e mantidas em embalagem hermética até o início dos testes. Logo após a abertura das embalagens,

as sementes foram submetidas a lavagem em água corrente por duas horas (ISTA, 1999), tratadas com thiram (0,2%) e secadas em temperatura ambiente de laboratório. Uma vez atingido o teor de água próximo ao inicial (8,5%), conduziram-se os testes de laboratório.

No teste de germinação, quatro subamostras de 50 sementes de cada lote foram colocadas em caixas plásticas de germinação (11,0x11,0x3,0cm), sobre duas folhas de papel de filtro umedecidas com água deionizada, na proporção de três vezes o peso do papel seco e levadas à câmara de germinação, tipo BOD, a 20°C. Efetuaram-se contagens diárias, computando-se a quantidade de plântulas normais correspondentes a cada repetição; os dados obtidos permitiram determinar as porcentagens médias de plântulas normais nas datas previstas para a primeira contagem e para a contagem final desse teste (ISTA, 1999). Também foi calculado o índice de velocidade de germinação (Nakagawa, 1999).

No teste de envelhecimento acelerado, aproximadamente 13,6g de sementes de cada lote foram distribuídas sobre tela de alumínio, em camada única, no interior de caixas plásticas de germinação e, após a adição de 40mL de água deionizada, foram tampadas e colocadas em câmara “jaquetada de água”, a 42°C, por 24, 48 e 72 horas. Decorridos esses períodos, quatro subamostras de 50 sementes de cada lote foram colocadas para germinar (Hampton e Tekrony, 1995; Marcos Filho, 1999), conforme descrito anteriormente. Esse método foi denominado método tradicional. No teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal, denominado método alternativo, foi usado o mesmo procedimento adotado para o envelhecimento acelerado tradicional, exceto pela substituição dos 40mL de água deionizada por igual volume de solução saturada de NaCl (40g do sal em 100mL de água), conforme Jianhua e McDonald (1996).

O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa (130±3°C durante 60 minutos), com duas repetições de aproximadamente 4,2g de sementes para cada lote (ISTA, 1999), imediatamente após a abertura das embalagens e da retirada da câmara de envelhecimento acelerado.

O teste de emergência de plântulas em campo foi realizado com quatro subamostras de 25 sementes por lote, distribuídas em sulcos com dois metros de comprimento, espaçados de 50cm e à profundidade de 2 a 3cm. A contagem das plântulas emergidas ocorreu desde o primeiro até o 14º dia. Devido à necessidade de temperaturas amenas para o melhor desenvolvimento da cultura, o teste de emergência em campo foi realizado no mês de julho (Makishima, 1993), com suplementação hídrica. Os dados referentes às condições

climáticas foram obtidos junto à estação meteorológica da UNESP, Jaboticabal-SP.

Nos testes de velocidade de germinação, primeira contagem, germinação e emergência de plântulas em campo, foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Nos testes de envelhecimento acelerado tradicional e em solução saturada de sal, os dados foram analisados em esquema fatorial 5x6 (cinco lotes e seis tratamentos), em delineamento inteiramente ao acaso. Cada tratamento correspondeu à combinação do uso ou não de solução saturada e períodos de envelhecimento. A relação entre os testes de laboratório e o de campo foi analisada por meio de regressão linear.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os lotes de sementes mostraram-se estatisticamente semelhantes quanto à velocidade de germinação e pelos valores da primeira contagem e da porcentagem final de germinação (Tabela 1), com valores acima de 90% para essa última avaliação. Para Marcos Filho (1999), a realização dos testes de vigor só é justificada para lotes com germinação semelhante, de preferência igual ou superior a 80%; no caso de sementes de beterraba, esse mesmo valor é considerado como o mínimo desejado para a obtenção de estande adequado (Filgueira, 2000). Já o teste de emergência de plântulas, detectou diferenças entre os lotes, classificando os lotes 4 e 5 como sendo superior e inferior, respectivamente, em termos de potencial fisiológico. A velocidade e a porcentagem de emergência das plântulas podem ser utilizadas para expressar o vigor, quando a semeadura é feita na época recomendada para a cultura (Nakagawa, 1994), o que ocorreu na presente pesquisa. As temperaturas máxima e mínima registradas no

TABELA 1. Índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem (PC), germinação (G) e emergência de plântulas em campo (EC), de cinco lotes de sementes de beterraba.

Lotes	IVG	PC	G	EC
			----- % -----	
1	12 a	8 a	94 a	91 ab
2	11 a	12 a	92 a	91 ab
3	11 a	12 a	93 a	91 ab
4	12 a	12 a	99 a	99 a
5	10 a	8 a	91 a	88 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, no Teste de Tukey.

período foram de 27,2 e 12,8°C, respectivamente, com média de 19,0°C, e insolação de 236,9 horas, condições consideradas ideais, uma vez que sementes de beterraba germinam sob temperaturas que variam de 4 a 30°C, com melhor desempenho entre 18 e 24°C (Swiader et al., 1992).

O teor de água das sementes de todos os lotes (Tabela 2) antes da instalação dos testes de envelhecimento era praticamente o mesmo (8,5%), condição que, segundo Marcos Filho (1999), é fundamental para a obtenção de resultados consistentes. Decorridas 24, 48 e 72 horas, os valores médios foram de 23,4, 25,9 e 27,4%, respectivamente, no método tradicional, enquanto que em solução salina, a variação foi menor, ou seja, 11,9, 12,0 e 12,2%.

No procedimento tradicional, a variação máxima no teor de água entre lotes foi 1,0 ponto porcentual (p.p.) na metodologia de 24 horas e 1,4p.p., para as de 48 e 72 horas; enquanto que no método alternativo de EA, tais valores consistiram em 0,4; 0,3 e 0,5 para as metodologias de 24, 48 e 72 horas, respectivamente. Para Marcos Filho (1999), um dos principais indicadores da uniformidade das condições desse teste é o teor de água das sementes após o envelhecimento; o teste deverá ser refeito se as variações entre as amostras superarem 3 a 4 pontos porcentuais. A menor diferença verificada entre lotes no método alternativo reforça sua eficiência no controle da umidade relativa no ambiente de envelhecimento.

Os resultados da Tabela 2 confirmam a estreita associação entre a umidade relativa do ar ambiente e o teor de água das sementes, demonstrada por Fang et al. (1998). O controle desse parâmetro em sementes relativamente pequenas submetidas ao método tradicional, foi verificado também por Panobianco e Marcos Filho (1998), Bhering et al. (2000) e Rodo et al. (2000).

Não obstante terem recebido tratamento químico após

TABELA 2. Teor de água de sementes de beterraba (%), antes (Inicial) e depois dos testes de envelhecimento acelerado tradicional (EAT) e envelhecimento acelerado em solução salina saturada (EASS), a 42°C por 24, 48 e 72 horas.

Lotes	Inicial	EAT			EASS		
		24	48	72	24	48	72
-----%-----							
1	8,5	23,5	26,2	27,4	11,9	11,9	12,1
2	8,5	23,5	26,0	27,9	12,0	12,1	12,1
3	8,5	23,3	26,4	27,4	11,9	12,1	12,6
4	8,3	22,8	24,8	26,5	11,7	11,9	12,1
5	8,6	23,8	26,0	27,8	12,1	12,2	12,2

lavagem em água corrente, as sementes ainda mostraram desenvolvimento de fungos em sua superfície, após o envelhecimento tradicional, embora em pequena intensidade; isto não foi verificado nas submetidas ao envelhecimento alternativo. Esses resultados confirmam uma das proposições do teste de envelhecimento acelerado com o uso de soluções saturadas de sais que, ao reduzir a umidade relativa do ar disponível na mini-câmara (gerbox) durante a condução do teste, restringe o desenvolvimento de microorganismos (Jianhua e McDonald, 1996).

No envelhecimento pelo método tradicional (Tabela 3), o período de 24 horas, apesar de ter apresentado correlação significativa ($r^2 = 0,89$) com a emergência das plântulas em campo (Figura 1), não mostrou diferença entre os lotes. Após a exposição durante 48 horas, os lotes também foram considerados semelhantes, mas o coeficiente de correlação com a emergência das plântulas ($r^2 = 0,58$) foi menor. Por outro lado, para o período de 72 horas a classificação dos lotes igualou-se à verificada para o teste de emergência das plântulas em campo (Tabela 1) e mostrou alta correlação ($r^2 = 0,93$) com esse teste, confirmando o que fora verificado na comparação de médias (Tabelas 1 e 3). Resultado semelhante foi obtido por Silva et al. (2002), com sementes de beterraba dessa mesma cultivar, representadas por três lotes envelhecidos a 42°C durante 24, 48 e 72 horas, sendo este último período, o que melhor permitiu a separação dos lotes em níveis de vigor. Delouche e Baskin (1973) também recomendaram os mesmos período e temperatura, embora as sementes utilizadas por esses pesquisadores fossem de beterraba-açucareira.

A maior resistência do lote 4 aos períodos de envelhecimento tradicional pode ser devida ao elevado potencial fisiológico de suas sementes, fato verificado nos testes de

TABELA 3. Desdobramento da interação Lotes * Períodos de Exposição, para os testes de envelhecimento acelerado tradicional (EAT) e em solução salina saturada (EASS), a 42°C por 24, 48 e 72 horas, em sementes de beterraba.

Lotes	EAT			EASS		
	24	48	72	24	48	72
-----%-----						
1	86 Aa	84 Aab	82 Babc	83 Bab	77 Bc	80 Abbc
2	86 Aa	86 Aa	81 Bab	84 Ba	78 Bb	84 Aa
3	86 Aa	89 Aa	80 Bbc	84 Bab	74 Bc	85 Aab
4	88 Aa	90 Aa	90 Aa	92 Aa	88 Aa	82 Ab
5	84 Aa	84 Aa	74 Cc	58 Cd	78 Bbc	76 Bc

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

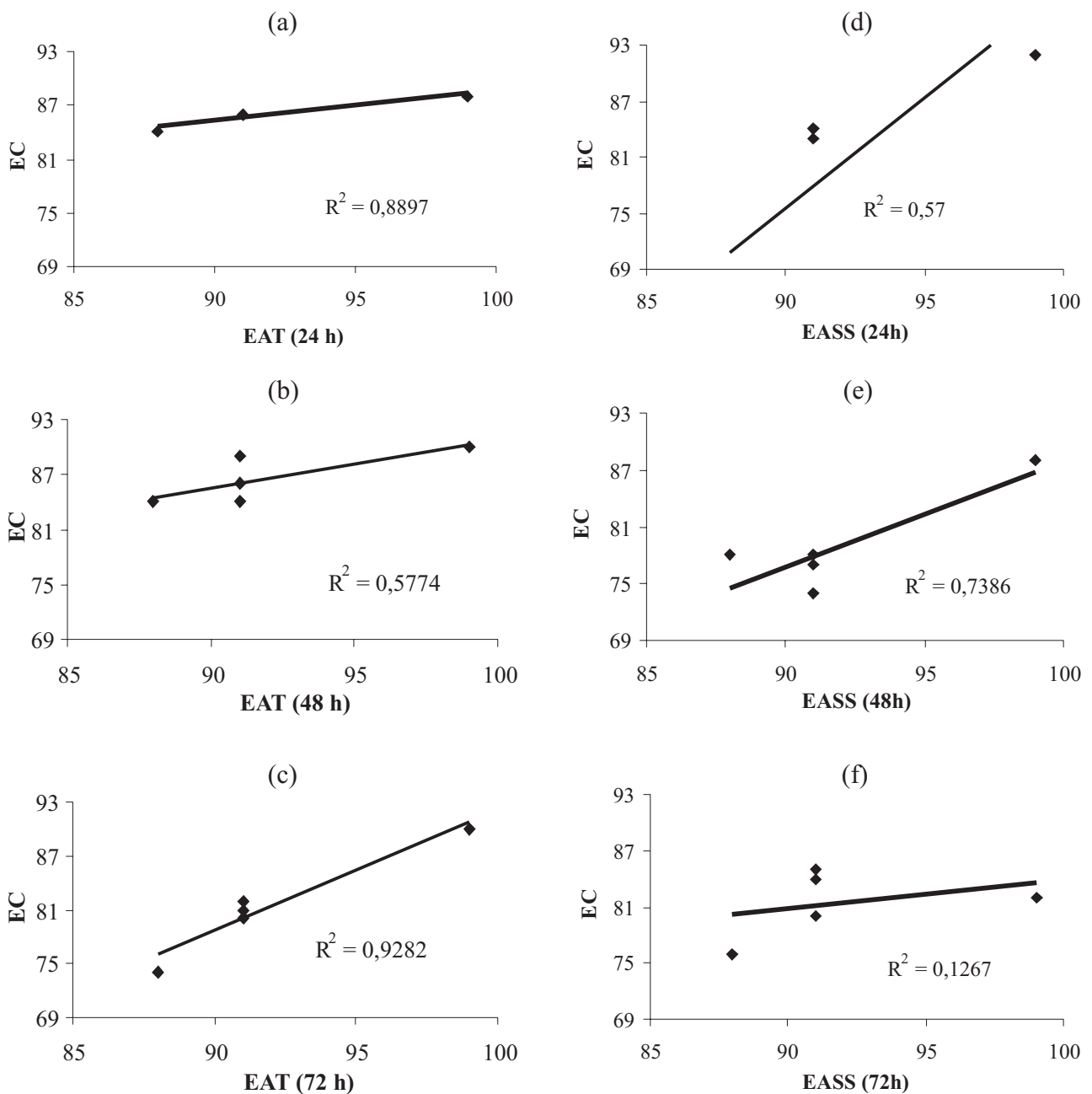


FIGURA 1. Relação entre o teste de emergência em campo e os testes de envelhecimento acelerado tradicional (EAT) (a,b,c) e envelhecimento acelerado em solução salina saturada (EASS) (d,e,f), em sementes de beterraba.

germinação e de emergência de plântulas em campo (99%), conforme Tabela 1.

Com o uso de solução salina, o período de 24 horas permitiu classificar os lotes em três níveis de vigor (Tabela 3), assim como o teste de emergência em campo (Tabela 1) e de envelhecimento acelerado tradicional durante 72 horas (Tabela 3), embora tenha sido muito drástico para o lote 5, não apresentando alta correlação ($r^2 = 0,57$) com os resultados

de campo (Figura 1). A classificação dos lotes após 48 horas de envelhecimento também mostrou correlação significativa ($r^2 = 0,74$) com a emergência de plântulas em campo, mas considerou semelhantes os lotes 1, 2, 3 e 5, além de induzir todos os lotes à menor germinação média nos seis períodos testados. O condicionamento durante 72 horas, além da baixa correlação com a emergência em campo ($r^2 = 0,13$), mostrou resultados muito distintos do método tradicional nos três

períodos, e dos outros períodos do método alternativo, considerando semelhantes os lotes 1, 2, 3 e 4. Embora não se tenha obtido correlação consistente, deve ser ressaltado que um dos objetivos da avaliação do vigor de sementes é promover a classificação dos lotes em questão, resultado que foi conseguido com o envelhecimento acelerado em solução de NaCl; a análise de correlação não fornece essa informação, indicando apenas a proporcionalidade da variação dos dados obtidos em diferentes testes. Nesse sentido, Marcos Filho (1999) enfatizou que o teste mais indicado na avaliação do vigor de lotes de sementes nem sempre é capaz de detectar diferenças na emergência de plântulas em campo, pois esta também sofre grande influência do ambiente.

A solução salina, apesar de ter restringido a disponibilidade de água na atmosfera de envelhecimento (Tabela 2), com conseqüente inibição do desenvolvimento de fungos, não foi capaz de reduzir a intensidade de deterioração das sementes (Tabela 3), conforme mencionaram Jianhua e McDonald (1996), provocando ligeira queda na germinação média dos lotes, em relação ao método tradicional. Nos trabalhos de Bhering et al. (2000) com sementes de pepino, o menor teor de água das sementes envelhecidas a 41°C por 48 e 72 horas, na presença de NaCl, foi igualmente incapaz, em relação ao procedimento tradicional, de reduzir a intensidade de deterioração.

Pelos resultados, observa-se que a menor eficiência do teste de envelhecimento acelerado tradicional para avaliação do potencial fisiológico de sementes relativamente pequenas, citada por vários autores (Powell e Matthews, 1994; Powell, 1995; Panobiando e Marcos Filho, 1998; Rodo et al., 1998; Spinola et al., 1998), em relação ao método que utiliza solução saturada de NaCl, não se confirmou no presente trabalho. Isto provavelmente ocorreu porque as sementes de beterraba não apresentam desuniformidade de umedecimento nem o tamanho comparável ao das espécies citadas.

No entanto, deve ser salientado que o envelhecimento acelerado com o uso de solução de NaCl, embora tenha se mostrado menos eficiente que o envelhecimento acelerado convencional, também acusou diferenças entre os lotes 4 e 5. Do mesmo modo, lotes com vigor intermediário, como os lotes 1, 2 e 3 nos testes de envelhecimento acelerado tradicional e emergência de plântulas em campo, não apresentam comportamento uniforme em diferentes testes.

No método tradicional (Tabela 3), a germinação dos lotes mostrou tendência de redução, com exceção do lote 4, no maior período (72 horas), já que o aumento da exposição a temperaturas elevadas reduzem, normalmente, o porcentual

germinativo das sementes. Por outro lado, no método alternativo, houve tendência de queda, de 24 para 48 horas, com novo aumento em 72 horas, com exceção do lote 5. Esse resultado evidencia mais uma vez que esse método não se mostrou adequado para sementes de beterraba. Da mesma forma, os testes de velocidade e de primeira contagem de germinação, apesar de avaliarem o vigor, não mostraram consistência para sementes dessa espécie. Deve-se ressaltar que para este trabalho foram usados frutos e não as sementes verdadeiras. Assim, visto que a semente verdadeira tinha a proteção do fruto isto pode alterar o desempenho das sementes verdadeiras.

Os testes de envelhecimento acelerado tradicional ou utilizando solução saturada de NaCl, portanto, mostraram-se promissores para avaliar o potencial fisiológico de sementes de beterraba.

CONCLUSÕES

O teste de envelhecimento acelerado tradicional, conduzido a 42°C durante 72 horas, possibilita a avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba.

O teste de envelhecimento acelerado utilizando solução saturada de NaCl por 24 horas a 42°C, apresenta potencial de utilização como método para avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln: AOSA, 2002. 105p. (Contribution, 32)
- BENNETT, M.A.; BARR, A.J.; GRASSBAUGH, E.M.; EVANS, A.F. Seed vigor evaluation of su, se and sh2 sweet corn genotypes using the saturated salt accelerated aging (SSAA) test. In: INTERNATIONAL SEED TESTING CONGRESS: SEED SYMPOSIUM, 25., 1998. Pretoria. **Abstracts...** Pretoria: ISTA, 1998. p.92-3.
- BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; GOMES, J.M.; BARROS, D.I. Métodos para avaliação do vigor de sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.171-175, 2000.
- BITTENCOURT, M.L.C. **Qualidade das sementes e avaliação das progênies de meios-irmãos de cenoura (*Daucus carota* L.) 'Brasília'**. 1991. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-452, 1973.
- FANG, J.; MOORE, F.; ROOS, E.; WALTERS, C. Three-dimensional models represent seed moisture content as a function of relative humidity and temperature. **Hortscience**, Alexandria, v.33, n.7,

p.1207-1209, 1998.

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

GRASSBAUGH, E.M.; BENNETT, M.A. Factors affecting vegetable stand establishment. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, p.116-120, 1998. (Número especial)

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigor test methods**. Zürich: ISTA, 1995. 117p.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for seed testing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.27, p.1-333, 1999. Supplement.

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

LARSEN, S.U., POVLSEN, F.V., ERIKSEN, E.N., PEDERSEN, H.C. The influence of seed vigor on field performance and the evaluation of the applicability of the controlled deterioration vigor test in oil seed rape (*Brassica napus*) and pea (*Pisum sativum*). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.26, n.3, p.627-41, 1998.

MAKISHIMA, N. **O cultivo de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1993. 110p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.1-24.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-86.

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. cap.2, p.1-24.

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. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.525-531, 2001.

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.

POWELL, A.A. The controlled deterioration test. In: VENTER, H.A. VAN DE. **Seed vigor testing seminar**. Zürich: ISTA, 1995. p.73-87.

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. The role of seed size and the controlled deterioration test in determining seed quality in brassicas. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.362, p.263-272, 1994.

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.

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

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D.; CECÍLIO FILHO, A.B. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba usando-se o teste de envelhecimento acelerado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42., 2002, Uberlândia. **Anais...** Horticultura Brasileira, Brasília, v.20, n.2, 2002. (Suplemento 2. 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.

SWIADER, J.M.; WARE, G.W.; MCCOLLUM, J.P. **Producing vegetable crops**. Danville: Interstate Publishers, 1992. 626p.

TOMES, L. J.; TEKRONY, D. M.; EGLY, D. B. Factors influencing the tray accelerated ageing test for soybean seed. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.12, n.1, p.23-35, 1988.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.31-47.

