

## Deterioração controlada para avaliar o potencial fisiológico de sementes de beterraba

Josué B Silva<sup>1</sup>; Roberval D Vieira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UFAC-Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, BR 364 km 04, 69915-900 Rio Branco-AC; josuebispo@bol.com.br; <sup>2</sup>UNESP-FCAV, Dep<sup>o</sup>. Prod. Vegetal, Rod. Prof. Paulo Donato Castellane s/n; 14884-900 Jaboticabal-SP; rdvieira@fcav.unesp.br

### RESUMO

Sementes de hortaliças quase sempre apresentam elevado valor comercial, motivo pelo qual devem ter o potencial fisiológico eficientemente avaliado. O teste de deterioração controlada é um dos recomendados para avaliação do vigor de sementes pequenas, como as de beterraba. O objetivo do trabalho foi determinar o melhor procedimento para a condução de referido teste em sementes de beterraba e sua relação com a emergência de plântulas em campo. Foram utilizados sete lotes de sementes da cultivar Top Tall Early Wonder, adquiridos no comércio. Após lavagem em água corrente, as sementes foram submetidas aos testes de germinação, velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas em campo, velocidade de emergência e deterioração controlada (temperaturas de 41 e 45°C, teores de água de 22, 24 e 26% e períodos de exposição de 12, 24 e 36 horas). As combinações 41°C/24%/12 h, 41°C/24%/36 h, 41°C/26%/36 h e 45°C/24%/24 h apresentaram potencial para uso na avaliação do vigor de sementes de beterraba. No entanto, sob as combinações de 41°C/24%/12 h ou 45°C/24%/24 h reduziu-se o tempo de condução do teste.

**Palavras-chave:** *Beta vulgaris*, germinação, teor de água.

### ABSTRACT

#### Controlled deterioration to evaluate the physiological potential of beetroot seeds

Seeds of vegetable crop species always present high commercial value, so the physiological potential must be efficiently evaluated. The controlled deterioration is a recommended test to evaluate seed vigor of small-seeded vegetable crops, such as beetroot seeds. This research was run in order to determine the best controlled deterioration test procedures for beetroot seeds and its relationship with field seedling emergence. Seven commercial seed lots of the cultivar Top Tall Early Wonder were used. After washing in running water, the seeds were tested for germination, speed of germination, accelerated aging, seedling field emergence, emergence rate and controlled deterioration (41 and 45°C, moisture contents of 22, 24 and 26% and exposure times of 12, 24 and 36 hours). The combination of 41°C/24%/12 hours, 41°C/24%/36 hours, 41°C/26%/36 hours and 45°C/24%/24 hours showed potential to evaluate vigor of beetroot seeds. However, the combinations of 41°C/24%/12 hours or 45°C/24%/24 hours decreased the conduction time of the test.

**Keywords:** *Beta vulgaris*, germination, water content.

(Recebido para publicação em 13 de dezembro de 2010; aceito em 5 de março de 2012)  
(Received on December 13, 2010; accepted on March 5, 2012)

Um dos desafios para as instituições de pesquisa e empresas produtoras de sementes tem sido o desenvolvimento de testes para avaliação do potencial fisiológico, que permitam estimar o desenvolvimento das sementes em campo e durante o armazenamento. A obtenção de estandes adequados e o estabelecimento de plantas saudáveis dependem da utilização de lotes com elevados potencial fisiológico (germinação e vigor) e qualidade sanitária.

O potencial fisiológico de sementes é rotineiramente avaliado pelo teste de germinação, cujos resultados frequentemente não correspondem aos apresentados pelos lotes de sementes quando em condições de campo, pois, no período compreendido entre a sementeira, germinação e emergência das plântulas, as sementes poderão ficar sujeitas a condições ambientais adversas. Isso poderá resultar em desempenho inadequado do lote em condições de campo, produzindo

mudas desuniformes ou mesmo população de plantas inadequadas à expressão do máximo potencial de produção da cultura, dependendo da espécie.

Os testes destinados a avaliar o potencial fisiológico de sementes têm como objetivo básico identificar possíveis diferenças entre lotes que apresentam poder germinativo semelhante e dentro de padrões comercializáveis, ou seja, devem permitir distinguir com eficiência lotes que apresentam menor ou maior probabilidade de bom desenvolvimento em campo ou depois de determinado período de armazenamento (Hampton & TeKrony, 1995; Marcos Filho, 1999b).

Um dos testes recomendados para avaliação do vigor em sementes é o de envelhecimento acelerado (EA), sendo a facilidade de padronização da metodologia de execução e a reprodutibilidade dos resultados obtidos duas grandes vantagens de seu uso (Hampton

& TeKrony, 1995). No entanto, durante a condução do teste de EA, têm-se observado diferentes taxas de absorção de água entre as sementes de diferentes espécies, entre lotes de sementes da mesma espécie e entre sementes do mesmo lote, podendo resultar em diferentes graus de deterioração entre amostras de sementes submetidas ao mesmo período de envelhecimento (Powell, 1995). Nesse sentido, Marcos Filho (1999a) recomenda a comparação de sementes ou de lotes que apresentem o mesmo teor de água antes do envelhecimento, minimizando diferenças na intensidade de deterioração, pois sementes mais úmidas são geralmente mais sensíveis às condições de alta umidade e temperatura predominantes durante a realização do teste de EA. Em sementes com teores de água mais baixos, os efeitos do envelhecimento são atenuados.

Para contornar esse problema, foi proposto que o conteúdo inicial de água

das sementes seja igualado em todos os lotes, sendo esse princípio aplicado no teste de deterioração controlada (DC) (Powell & Matthews, 1981), que emprega teores de água pré-determinados e constantes, possibilitando comparação mais precisa do nível de deterioração de sementes de vários lotes e permitindo classificá-los quanto ao vigor.

O teste de DC tem sido particularmente empregado na avaliação do vigor de sementes de hortaliças (Hampton & TeKrony, 1995; Krzyzanowski & Vieira, 1999), tendo sido detectadas diferenças no vigor entre lotes de brócolis (Mendonça *et al.*, 2003), melão (Bhering *et al.*, 2004), maxixe (Torres, 2005), pimenta (Basak *et al.*, 2006), rúcula (Goulart & Tillmann, 2007), couve-flor (Kikuti & Marcos Filho, 2008) e jiló (Torres & Paiva, 2009). Além do potencial de armazenamento dos lotes, em muitos trabalhos há ainda correlação entre os resultados do teste de DC e o de emergência de plântulas em campo (EC) de diferentes hortaliças, entre elas melão (Bhering *et al.*, 2004), pimenta (Basak *et al.*, 2006) e rúcula (Goulart & Tillmann, 2007).

Tem sido difícil padronizar o período de deterioração, a temperatura e o teor de água das sementes para a avaliação do potencial fisiológico por meio desse teste, pois as espécies geralmente apresentam comportamento diferente para as mesmas condições de deterioração. A melhor forma para aplicar o teste de DC em beterraba foi avaliada por Silva & Vieira (2010) que testaram os teores de água de 22 a 24% nas sementes, durante 12, 24 e 36 h, a 45°C, e encontraram melhor resultado com a combinação 22%/24 h. Entretanto, nesse trabalho os autores não analisaram a influência da temperatura que, à semelhança do teste de EA, pode interferir na intensidade e na velocidade de deterioração.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar a melhor combinação de temperatura, período de exposição e teor de água de sementes de beterraba (*Beta vulgaris*) para a realização do teste de DC e a relação dos resultados deste teste com a EC.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em labora-

tório da UNESP, em Jaboticabal (SP). Sementes de beterraba (*Beta vulgaris*), cultivar Top Tall Early Wonder, procedentes de sete lotes adquiridos no comércio e embalados hermeticamente até o início dos testes, foram submetidas à lavagem em água corrente por duas horas e secas à temperatura ambiente (25-30°C) (Brasil, 2009). Logo após a lavagem e antes da secagem, as sementes foram tratadas com thiram (0,2%), conforme informações contidas na embalagem.

Uma vez atingido o teor de água (TA) próximo ao inicial, procedeu-se à realização dos testes de germinação (G), velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em campo (EC), velocidade de emergência (IVE) e deterioração controlada (DC).

O TA das sementes, avaliado antes e após o teste de DC, foi determinado pelo método da estufa (130±3°C durante uma hora), com duas repetições de aproximadamente 4,2 g de sementes para cada lote (Brasil, 2009). O teste de germinação foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes em cada lote, colocadas em caixas de plástico (11,0x11,0x3,5 cm), sobre uma folha de papel de filtro umedecido com água deionizada na proporção de três vezes a massa do papel não hidratado. Após a montagem do teste, as caixas foram mantidas em câmara de germinação regulada à temperatura de 20°C, e a contagem de plântulas normais feita do quarto ao 14º dia (Brasil, 2009). O IVG foi conduzido paralelamente ao teste de G (Nakagawa, 1999).

No teste de EA, aproximadamente 13,6 g de sementes de cada lote, dispostas em camada única, foram acondicionadas sobre tela de aço inox, disposta no interior de caixas de plástico de germinação e, após a adição de 40 mL de água deionizada no fundo destas caixas, foram tampadas e mantidas em câmara de envelhecimento (tipo “jaquetada de água”), a 42°C, por 72 h. Decorrido esse período, quatro subamostras de 50 sementes de cada lote foram colocadas para germinar (Hampton & TeKrony, 1995; Silva & Vieira, 2006), conforme descrito.

O teste de EC foi realizado com qua-

tro subamostras de 25 sementes por lote, semeadas em sulcos de 2 m, espaçados de 50 cm e à profundidade de 2-3 cm. A irrigação foi por aspersão convencional, fornecendo-se água duas vezes por dia, durante 30 minutos em cada turno de rega. A contagem das plântulas emergidas foi realizada diariamente a partir do início da emergência até o 14º dia (Nakagawa, 1999). O teste de EC foi realizado no mês de julho, conforme recomendação para a cultura (Makishima, 1993). O IVE foi conduzido paralelamente ao de EC (Nakagawa, 1999).

No teste de DC, amostras de sementes de cada lote foram colocadas para embeber entre seis folhas de papel toalha umedecidas com volume de água equivalente a três vezes a massa do papel não hidratado (Silva & Vieira, 2010). Os rolos foram mantidos em câmara de germinação, a 20°C, até que as sementes atingissem os teores de água de 22, 24 e 26%, conferidos por meio de pesagens frequentes. Em seguida, amostras de sementes de aproximadamente 12 g foram acondicionadas hermeticamente em sacos plásticos aluminizados, com o uso de seladora elétrica, e mantidas em câmara fria por 48 h, a 10°C, para atingirem o equilíbrio higroscópico. Decorrido esse período, as amostras foram mantidas em banho-maria, a 41 e 45°C, por períodos de 12, 24 e 36 h. Posteriormente, as sementes foram retiradas do banho-maria e imersas em água fria por aproximadamente 30 minutos para redução da temperatura, sendo então, instalado o teste de G (Hampton & TeKrony, 1995; Krzyzanowski & Vieira, 1999; Brasil, 2009), conforme já descrito.

Na avaliação estatística das características estudadas no teste de DC, cada combinação teor de água e temperatura foi analisada separadamente. Para G, IVG, EA, EC, IVE e DC, empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Análises de correlação simples foram estabelecidas entre os resultados da EC e os do teste de DC.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação (G) dos lotes 1, 2, 3, 5 e 6 foi estatisticamente semelhante,

superou a dos demais e apresentou valor comercialmente aceitável (Tabela 1) para a espécie que, de acordo com Filgueira (2000), deve ser igual ou superior a 80%. Pelo fato de os lotes 4 e 7 terem tido menor G, eles poderiam ter sido descartados, considerando que testes de vigor devem ser conduzidos, preferencialmente, com lotes de sementes que têm germinação semelhante nesse teste e cujos valores estejam dentro do padrão de comercialização (Marcos Filho, 1999a). Mesmo assim esses lotes foram mantidos, uma vez que sementes de beterraba apresentam dormência devido à presença de aleloquímicos (Sliwinska *et al.*, 1999) que, mesmo após o tratamento para eliminação desses compostos, poderiam ainda estar presentes e inibir a germinação delas. Utilizando sementes dos mesmos lotes do presente trabalho para estudar a influência de diferentes períodos de lavagem sobre a germinação, Silva *et al.* (2005) observaram que os lotes 4 e 7 necessitariam período de imersão em água corrente superior ao dos demais para atingir percentual germinativo semelhante; os autores associaram esse resultado a um possível teor maior de inibidores de germinação presente nas sementes. Essa diferença pode ser devido às condições ambientais ou manejo distinto a que foi submetido o campo de produção dessas sementes e que podem ter alterado a concentração de inibidores, uma vez que todos pertencem ao mesmo genótipo. A quantidade de inibidores pode ser reduzida se a colheita for efetuada no momento em que as sementes estiverem em plena maturidade fisiológica (Sliwinska *et al.*, 1999) ou quando a planta-mãe for submetida a chuvas e/ou irrigações frequentes por aspersão (Battle & Whittington, 1969). Dessa forma, a irrigação realizada durante o período de avaliação da emergência de plântulas em campo (EC) pode ter reduzido a concentração de inibidores que ainda restariam nas sementes dos lotes 4 e 7.

No índice de velocidade de germinação (IVG), os lotes 4 e 5 foram de potencial fisiológico inferior e superior, respectivamente, sendo os demais classificados como intermediários. Esse ordenamento foi semelhante ao obtido pelo teste de envelhecimento acelerado (EA) e EC (Tabela 1). O IVG, embora

**Tabela 1.** Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em campo (EC) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sete lotes de sementes de beterraba [germination (G), speed of germination (IVG), accelerated ageing (EA), field seedling emergence (EC) and speed of field seedling emergence (IVE) of seven beetroot seed lots]. Jaboticabal, UNESP, 2010.

Lotes	Testes				
	G (%)	IVG	EA (%)	EC (%)	IVE
1	95a	7,05ab	82ab	87c	3,79a
2	94a	6,78b	81ab	91bc	3,83a
3	95a	7,04ab	80ab	91bc	3,47ab
4	54c	3,44d	18d	80d	2,69b
5	99a	7,53a	90a	100a	4,18a
6	93a	6,60b	74bc	88c	3,43ab
7	74b	4,96c	67c	96ab	3,61a
CV (%)	8,7	4,0	6,9	2,8	11,0

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey,  $p < 0,05$  (means followed by the same letter in the column do not differ from each other by the Tukey test,  $p < 0,05$ ).

seja considerado menos sensível para detectar diferenças de vigor, comparativamente aos testes que avaliam a tolerância a estresses (Marcos Filho & Novembre, 2009), como o de EA, permitiu a separação dos lotes de modo coerente com os outros testes. Essa dificuldade em identificar lotes com nível intermediário de vigor foi comentada por Marcos Filho & Novembre (2009), ou seja, dependendo do procedimento adotado na avaliação, os lotes podem se assemelhar aos de potencial fisiológico superior ou inferior. A diferença no ordenamento dos lotes reside no fato de que o vigor é consequência da interação entre vários atributos da semente, presentes em níveis diferentes, o que leva a respostas variadas em função do tipo e intensidade do estresse imposto (Mendonça *et al.*, 2008).

No teste de EC, o lote 7, cuja expressão foi baixa e aquém do padrão para comercialização pelo teste de G, apresentou 96% de emergência de plântulas, resultado que o classificou como superior aos outros lotes, com exceção do 5. O lote 4, embora tenha sido inferior aos demais, apresentou 80% de plântulas emergidas, enquanto no teste de G apresentou 54% de plântulas normais, resultado que se deve, possivelmente, a fatores inerentes às condições edafoclimáticas que ocorreram no local de semeadura, favoráveis ao desenvolvimento das sementes, em especial as dos

lotes 4 e, principalmente, 7.

Os resultados obtidos para os lotes 4 e 7 no teste de EC contrariam o conceito de que, em campo, as sementes quase sempre são expostas a condições ambientais inadequadas ao processo germinativo (Perry, 1981), fazendo com que a porcentagem de plântulas emergidas nesse local seja, não raramente, inferior à obtida no teste de germinação (Hampton & TeKrony, 1995). Essa possível influência positiva do ambiente de semeadura sobre o desenvolvimento das sementes em condições de campo manifestou-se também no índice de velocidade de emergência (IVE), em especial no lote 7, que se igualou ao 5, de maior vigor (Tabela 1). Essa aparente discrepância entre os resultados de diferentes testes justifica a necessidade de mais de um teste de vigor no processo de julgamento de lotes de sementes para fins de comercialização ou armazenamento, sendo recomendada a combinação de resultados de testes de laboratório com os de campo, para contornar a variabilidade que se verifica quando do uso de testes individuais (Egli & TeKrony, 1995).

Nos trabalhos de Mendonça *et al.* (2003), três dos oito lotes de sementes de brócolis estudados também tiveram melhor expressão na EC em relação ao teste de G. Esses resultados chamam a atenção para trabalhos de pesquisa com espécies cuja fisiologia de germinação

**Tabela 2.** Vigor (%) de sete lotes de sementes de beterraba, avaliado pelo teste de deterioração controlada, empregando-se duas temperaturas, três teores de água e três períodos de deterioração (vigor (%) of seven beetroot seed lots, evaluated through controlled deterioration test, under two temperatures and three seed water contents and deterioration times). Jaboticabal, UNESP, 2010.

Lote	41°C								
	22%			24%			26%		
	12h	24h	36h	12h	24h	36h	12h	24h	36h
1	89a	90a	93a	85b	80ab	80b	75b	82a	76b
2	84ab	88a	85ab	90ab	77b	84ab	88a	81a	80b
3	90a	90a	86ab	82bc	88a	70c	82ab	86a	74b
4	38c	46c	34d	31d	44d	26d	36d	36c	33c
5	91a	90a	84b	95a	86a	90a	88a	80a	88a
6	92a	86a	78bc	74c	76b	64c	76b	80a	78b
7	77b	73b	67c	74c	63c	63c	50c	58b	73b
média	80	80	75	76	73	68	71	72	72
CV (%)	5,3			5,6			5,2		
Lote	45°C								
	22%			24%			26%		
	12h	24h	36h	12h	24h	36h	12h	24h	36h
1	87b	87a	86a	88a	77abc	68c	72ab	44cd	34ab
2	83b	85ab	85ab	82a	76abc	80ab	77a	56ab	36ab
3	88ab	77bc	77bc	88a	79ab	80a	75a	62a	29abc
4	52c	44e	27e	42c	30d	29d	30e	37d	22cd
5	96a	92a	84ab	90a	86a	74abc	63c	64a	28bcd
6	80b	74cd	72c	84a	70bc	68bc	66bc	50bc	36a
7	58c	66d	48d	69b	66c	38d	55d	62a	21d
média	78	75	68	78	69	62	63	54	29
CV (%)	5,4			7,8			7,5		

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey,  $p < 0,05$  (means followed by the same letter in the column do not differ from each other by the Tukey test,  $p < 0,05$ ).

das sementes seja menos conhecida, como brócolis e beterraba, em relação a outras hortaliças. Nesses casos, a premissa de que o teste de G superestima o potencial de germinação das sementes deve ser vista com atenção.

Imediatamente após a abertura das embalagens herméticas, o teor de água (TA) médio das sementes era de 8,4%, com variação máxima de 0,35% entre os lotes. A uniformidade entre os TA dos lotes a serem submetidos ao teste de deterioração controlada (DC) é fundamental para a eficiência do teste. Nesse sentido, Torres & Paiva (2009) consideram que, em relação à G e EC e, dentro de determinados limites, as sementes mais úmidas germinam mais rapidamente. No procedimento de hidratação das sementes previamente à condução do teste de DC, essas sementes foram colocadas em contato com o substrato umedecido nas mesmas condições de

hidratação, possibilitando que o TA de todas as amostras alcançasse os valores pré-estabelecidos praticamente ao mesmo tempo, facilitando as atividades laboratoriais e uniformizando a intensidade de deterioração.

O TA das sementes após os três períodos de deterioração, em duas temperaturas, manteve-se praticamente inalterado em relação ao início do teste, com valores bem próximos aos estabelecidos, apresentando variação máxima entre lotes de 0,2-0,9%, embora as embalagens tenham ficado totalmente imersas em água. Por esses resultados, conclui-se que a metodologia para embalar hermeticamente as amostras de trabalho foi eficiente na manutenção do TA das sementes no decorrer do teste, confirmando a recomendação de Krzyzanowski & Vieira (1999) sobre a manutenção constante do TA das sementes durante o teste de DC.

A redução na germinação média dos lotes foi, em geral, proporcional ao aumento do tempo de exposição, do conteúdo de água das sementes e da temperatura (Tabela 2), ou seja, as temperaturas mais elevadas, associadas aos maiores percentuais de umidade nas sementes provocaram maior deterioração, principalmente quando se prolongou o período do teste. Isso ocorre porque o TA influencia a ocorrência dos diferentes processos metabólicos que as sementes podem sofrer, ao passo que a temperatura afeta a velocidade dos processos bioquímicos (Carvalho & Nakagawa, 2000; Marcos Filho, 2005).

No teste de DC, considerando as combinações 41°C/24%/12 h, 41°C/24%/36 h, 41°C/26%/36 h e 45°C/24%/24 h os lotes 4 e 5 foram classificados como inferior e superior, respectivamente, resultado também apresentado pelo IVG, EA e EC.

Pelo teste de correlação de Pearson (dados não apresentados), os resultados do teste de DC correlacionaram-se positiva e significativamente com os da EC. A temperatura de 41°C e TA de 24% durante 12 h ( $r = 0,76$ ;  $p \leq 0,05$ ) e 36 h ( $r = 0,73$ ;  $p \leq 0,05$ ) e 26% durante 36 h ( $r = 0,79$ ;  $p \leq 0,05$ ) foram as combinações que apresentaram os melhores resultados de correlação. Para a temperatura de 45°C, as melhores correlações foram com TA de 24% ( $r = 0,75$ ;  $p \leq 0,05$ ) e, principalmente, 26% ( $r = 0,92$ ;  $p \leq 0,01$ ), durante 24 h em banho-maria. Entretanto, essa última combinação (45°C/26%/24 h) foi muito drástica, reduzindo a germinação média em aproximadamente 32% em relação às sementes não deterioradas e, além disso, não possibilitou separar adequadamente os lotes em níveis de vigor.

Portanto, as combinações 41°C/24%/12 h, 41°C/24%/36 h, 41°C/26%/36 h e 45°C/24%/24 h, que também indicaram os lotes de potencial fisiológico inferior e superior, podem ser indicadas para a condução do teste de DC em sementes de beterraba. Entretanto, deve-se salientar a necessidade do menor tempo para obtenção dos resultados. Nesse caso, sugerem-se as combinações de 41°C/24%/12 h ou 45°C/24%/24 h.

Em diversos trabalhos, os autores também conseguiram boa correlação

entre os testes de laboratório e o de EC (Vieira *et al.*, 1999), embora Egli & TeKrony (1995) considerassem a dificuldade de se estabelecer uma relação consistente entre os resultados desses testes, uma vez que as condições ambientais são profundamente variáveis e imprevisíveis. Neste trabalho, entretanto, os resultados de EC comprovaram o fato de que com os testes de vigor identificam-se os lotes com probabilidade de desempenho inferior e superior, porém não indicam que os inferiores não poderão também apresentar adequado desenvolvimento em campo. Se as condições ambientais forem favoráveis, todos terão possibilidade de apresentar bons resultados, proporcionando o estabelecimento de população adequada no campo.

Avaliando seis lotes de sementes de couve-flor deterioradas com umidade de 20, 22 e 24% por 24 h a 45°C, Kikuti & Marcos Filho (2008) constataram que o ajuste do TA para 20 ou 22% é suficientemente sensível para detectar diferenças no potencial fisiológico das sementes. No entanto, essas informações não se refletiram na percentagem de emergência de plântulas em ambiente que os autores consideraram favorável.

A recomendação de Hampton & TeKrony (1995) para o teste de DC em beterraba é realizá-lo em sementes com TA de 24% à temperatura de 45°C, por 24 h, resultado compartilhado por Powell (1995) e confirmado pelos resultados obtidos neste trabalho. Em outro trabalho, Silva & Vieira (2010) concluíram que o teste de DC pode ser utilizado para avaliar o potencial fisiológico de sementes de beterraba no mesmo período e temperatura, mas com TA de 22%. Embora esses autores tenham trabalhado com sementes da mesma cultivar utilizada neste trabalho, os lotes eram diferentes, e sementes produzidas em locais distintos não são submetidas às mesmas condições ambientais. Assim, a interação genótipo e ambiente pode provocar alterações em suas características, como sensibilidade à deterioração.

Os testes de vigor buscam detectar diferenças no potencial fisiológico de lotes com germinação semelhante, distinguindo com segurança os lotes de alto

dos de baixo vigor, e essas diferenças devem se correlacionar com o comportamento das sementes no armazenamento ou no campo (Marcos Filho, 2005). Por isso a emergência das plântulas é considerada um parâmetro indicador da eficiência dos testes para avaliar o potencial fisiológico de sementes (Marcos Filho & Novembre, 2009).

Assim, dentre as diferentes combinações do teste de DC que indicaram os lotes de sementes de beterraba com potencial fisiológico inferior e superior e cujos resultados foram compatíveis com os de EC, sugerem-se as combinações de 41°C/24%/12 h ou 45°C/24%/24 h por permitirem menor tempo para obtenção dos resultados.

Em função dos resultados encontrados nas condições deste trabalho, conclui-se que o vigor de sementes de beterraba pode ser avaliado com a temperatura de 41°C, TA de 24% e período de deterioração de 12 ou 36 h, com TA de 26% e período de deterioração de 36 h, ou 45°C, com TA de 24 ou 26% e período de deterioração de 24 h. As combinações 41°C/24%/12 h ou 45°C/24%/24 h possibilitam reduzir o tempo de avaliação.

## REFERÊNCIAS

- BASAK O; DEMIR I; MAVI K; MATTHEWS S. 2006. Controlled deterioration test for predicting seedling emergence and longevity of pepper (*Capsicum annuum* L.) seed lots. *Seed Science and Technology* 34: 701-712.
- BATTLE JP; WHITTINGTON WJ. 1969. The influence of genetic and environmental factor on the germination of sugar beet. *Journal of Agricultural Science* 73: 329-335.
- BHERING MC; DIAS DCFS; TOKUHISA D; DIAS LAS. 2004. Avaliação do vigor de sementes de melão pelo teste de deterioração controlada. *Revista Brasileira de Sementes* 26: 125-129.
- BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: MAPA/ACS. 399p.
- CARVALHO NM; NAKAGAWA J. 2000. *Sementes: ciência, tecnologia e produção* (ed). 4. ed. Jaboticabal: FUNEP. 588p.
- EGLI DB; TEKRONY DM. 1995. Soybean seed germination, vigor and field emergence. *Seed Science and Technology* 23: 595-607.
- FILGUEIRA FAR. 2000. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV. 402p.
- GOULART LS; TILLMANN MAA. 2007. Vigor

- de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.) pelo teste de deterioração controlada. *Revista Brasileira de Sementes* 29: 179-186.
- HAMPTON JG; TEKRONY DM. 1995. Controlled deterioration test. In: HAMPTON JG; TEKRONY DM (ed). *Handbook of vigor test methods*. Zürich: ISTA. 117p.
- KIKUTI ALP; MARCOS FILHO J. 2008. Physiological potential of cauliflower seeds. *Scientia Agricola* 65: 374-380.
- KRZYZANOWSKI FC; VIEIRA RD. 1999. Deterioração controlada. In: KRZYZANOWSKI FC; VIEIRA RD; FRANÇA-NETO JB (ed). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES. cap. 6. p. 1-8.
- MAKISHIMA N. 1993. *O cultivo de hortaliças*. Brasília: Embrapa Hortaliças. 110p.
- MARCOS-FILHO J. 2005. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ. 495p.
- MARCOS-FILHO J; NOVEMBRE ADLC. 2009. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO WM (ed). *Tecnologia de sementes de hortaliças*. Brasília: EMBRAPA Hortaliças. p. 185-243.
- MARCOS-FILHO J. 1999a. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI FC; VIEIRA RD; FRANÇA-NETO JB (ed). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES. cap.1. p. 1-21.
- MARCOS-FILHO J. 1999b. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI FC; VIEIRA RD; FRANÇA-NETO JB (ed). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES. cap.3. p. 1-24.
- MENDONÇA EAF; AZEVEDO SC; GUIMARÃES SC; ALBUQUERQUE MCF. 2008. Testes de vigor em sementes de algodoeiro herbáceo. *Revista Brasileira de Sementes* 30: 1-9.
- MENDONÇA EAF; RAMOS NP; FESSEL SA. 2003. Adequação da metodologia do teste de deterioração controlada para sementes de brócolis. *Revista Brasileira de Sementes* 25: 18-24.
- NAKAGAWA J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI FC; VIEIRA RD; FRANÇA-NETO JB (ed). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES. cap.2. p. 1-24.
- PERRY DA. 1981. Introduction, methodology and application of vigor test, seedling growth and evaluation test. In: PERRY DA. *Handbook of vigor tests methods*. Zürich: ISTA. p. 3-20.
- POWELL AA. 1995. The controlled deterioration test. In: VERTER HA. *Seed vigor testing seminar*. Zürich: ISTA. p. 73-87.
- POWELL AA; MATTHEWS S. 1981. Evaluation of controlled deterioration, a new vigor test for small seed vegetables. *Seed Science and Technology* 9: 633-640.
- SILVA JB; VIEIRA RD. 2006. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba. *Revista Brasileira de Sementes* 28: 128-134.
- SILVA JB; VIEIRA RD; CECÍLIO-FILHO AB.

2005. Superação de dormência em sementes de beterraba. *Horticultura Brasileira* 23: 990-992.
- SILVA JB; VIEIRA RD. 2010. Deterioração controlada em sementes de beterraba. *Revista Brasileira de Sementes* 32: 069-076.
- SLIWINSKA E; JING HC; JOB C; JOB D; BERGERVOET JHW; BINO RJ; GROOT SPC. 1999. Effect of harvest time and soaking treatment on cell cycle activity in sugarbeet seeds. *Seed Science Research* 9: 91-99.
- TORRES SB; PAIVA EP. 2009. Teste de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de jiló. *Caatinga* 22: 35-39.
- TORRES SB. 2005. Teste de deterioração controlada em sementes de maxixe. *Horticultura Brasileira* 23: 307-310.
- VIEIRA RD; AGUERO JAP; PERECIN D; BITTENCOURT SRM. 1999. Correlation of electrical conductivity and other vigor tests with field emergence of soybean seedlings. *Seed Science and Technology* 27: 67-75.
-