

ADEQUAÇÃO DA METODOLOGIA DO TESTE DE DETERIORAÇÃO CONTROLADA PARA SEMENTES DE BRÓCOLIS (*Brassica oleracea* L. - var. *Itálica*)¹

ELISABETH APARECIDA FURTADO DE MENDONÇA², NILZA PATRÍCIA RAMOS², SIMONE APARECIDA FESSEL²

RESUMO - A eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade de sementes, depende da sua padronização para as diferentes espécies. Neste contexto, os objetivos deste trabalho foram elaborar as curvas de absorção de água para determinar o período necessário ao ajuste do teor de água das sementes e aprimorar o teste de deterioração controlada para sementes de brócolis. Foram utilizadas sementes de três variedades: dois lotes de Piracicaba precoce, dois lotes de Flórida e quatro lotes de Ramoso. Os lotes foram caracterizados mediante a determinação do teor de água e germinação; o vigor foi determinado pelos testes de primeira contagem, comprimento de plântula, emergência e índice de velocidade de emergência. Foram determinadas as curvas de absorção de água por 84 horas. Para averiguar a eficiência do teste de deterioração controlada para sementes de brócolis, foi feito o ajuste do conteúdo de água das sementes para: 18, 20, 21, 23 e 24%, sendo estas expostas a 45°C em banho-maria, por 24 horas. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As curvas de absorção permitiram estimar os períodos de 15, 20, 22, 32 e 48 horas para elevação do teor de água a 18, 20, 21, 23 e 24% respectivamente. O teste de deterioração controlada, para sementes de brócolis, propiciou resultados promissores, tendo sido eficiente na separação de lotes, em todos os teores de água estudados, tanto quanto os testes de emergência de plântula e índice de velocidade de emergência.

Termos para indexação: curva de absorção, deterioração controlada, testes de vigor, brócolis, sementes.

METHODOLOGY ADEQUATION FOR CONTROLLED DETERIORATION TEST FOR BROCCOLI (*Brassica oleracea* L. - var. *itálica*) SEEDS

ABSTRACT - The efficiency of vigor tests depends on their standardization for different species. The objectives of this research were to elaborate a water imbibition curve to determine the best period to regulate broccoli seed water content and to improve the controlled deterioration test for this species. Three commercial inbreed seeds were used, two seed lots of Piracicaba precoce, two seed lots of Florida and four seed lots of Ramoso. These seeds were submitted to water content determination, germination test, first count germination, seedling length, seedling emergence test, seed index emergence and controlled deterioration (18, 20, 21, 23 e 24% water content, at 45°C and 24h period). The water imbibition curve was determined at about 84 hours. The experiment was conducted in a randomized complete block design and the means were compared by the Tukey test (5% probability). The water imbibition curves permitted estimation of 15, 20, 22, 32 and 48 hour periods needed to increase the water content to values 18, 20, 21, 23 and 24%, respectively. The controlled deterioration test gave good results and in all water contents evaluated it was efficient in detecting vigor differences among broccoli seed lots as well as the emergence speed index and seedling emergence.

Index terms: absorption curve, controlled deterioration, vigor tests, broccoli, seeds.

¹ Aceito para publicação em 10.02.2003.

² Alunas do curso de Pós-Graduação em Produção e Tecnologia de Sementes

da FCAV/UNESP; Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, S/N, 14884-900, Jaboticabal, SP; e-mail: beth@cpd.ufmt.br

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a produção de sementes de hortaliças, no Brasil, teve uma demanda crescente por produtos de melhor qualidade e, em consequência, a forma de produção foi significativamente afetada. Apesar dos avanços, muito ainda há por fazer, não só para alcançar a auto suficiência em relação à produção, mas também em relação a obtenção de sementes de qualidade superior. A alta qualidade de sementes se reveste de grande importância, principalmente quanto à germinação uniforme, necessária para garantir um estande ideal de plantas. Neste contexto, a semente de alto vigor constitui elemento básico e fundamental. Diante da crescente evolução, o aprimoramento dos testes de vigor empregados para diferenciar variações sutis na qualidade de sementes de espécies olerícolas, se faz necessário.

A avaliação do vigor das sementes, como rotina pela indústria sementeira, tem evoluído à medida que os testes disponíveis vêm sendo aperfeiçoados, permitindo a obtenção de resultados consistentes e reproduzíveis, o que é de extrema importância na tomada de decisões durante o manejo e a manutenção da viabilidade das sementes após a maturidade (Panobianco & Marcos-Filho, 1998). Esses testes são componentes essenciais de programas de controle de qualidade, tendo em vista evitar o manuseio e a comercialização de sementes de qualidade inadequada.

Os testes de vigor têm como objetivo básico à identificação de diferenças sutis, importantes no potencial fisiológico dos lotes, principalmente, dos que possuem poder germinativo semelhantes (Marcos-Filho, 1994). Por essa razão, inúmeros esforços têm sido concentrados no desenvolvimento, adaptação e padronização dos testes para avaliação do vigor de sementes das principais espécies cultivadas (Arthur & Tonkin, 1991). Poucos, no entanto, demonstram precisão e reprodutibilidade necessárias para adoção rotineira.

Os testes de vigor que se baseiam no desempenho das plântulas são realizados em laboratório, sob condições controladas, ou em condições de campo. Para a padronização dos testes de laboratório, há a necessidade de definir, muito bem, a temperatura, a umidade do substrato e a necessidade ou não de luz. Uma vez estabelecidas as condições, se fazem necessários os equipamentos, materiais e procedimentos que garantam a manutenção dessas condições. É preciso, ainda, ter analistas bem treinados para eliminar a subjetividade e tornar compatíveis e comparáveis os resultados das avaliações (Nakagawa, 1999), pois os métodos que envolvem julgamento subjetivo tendem sempre a trazer problemas de reprodutibilidade entre laboratórios.

O envelhecimento da semente como indicativo do vigor tem sido amplamente empregado. Condições de elevada umidade e temperatura desencadeiam o processo de deterioração das sementes, com reflexos em seu vigor. Desse modo, o teste de deterioração controlada revela-se promissor na separação de lotes de sementes com distintos níveis de vigor e, em função de sua simplicidade e eficiência, merece atenção dos tecnologistas de sementes.

Powell & Matthews (1981) observaram que o envelhecimento das sementes ocorre mais rapidamente quando estas apresentam alto conteúdo de água e são armazenadas sob elevada temperatura. A avaliação de amostras com teores de água semelhantes, em vez da utilização de ambientes com alta umidade relativa do ar, resultaram na obtenção de condições mais uniformes durante o teste de deterioração controlada e, conseqüentemente, maior possibilidade de padronização.

O teste de deterioração controlada emprega uma técnica de envelhecimento, similar em fundamento ao teste de envelhecimento acelerado, incorporando melhor controle do teor de água da semente e da temperatura, durante o período de envelhecimento. Neste teste, o teor de água das sementes é submetido a um mesmo nível, em todas as amostras, antes do início do período de deterioração (Matthews, 1980 e Hampton & Tekrony, 1995).

Os resultados do teste de deterioração controlada têm mostrado alta correlação dentro e entre diferentes laboratórios (Powell et al., 1984) e têm apresentado alta correlação com a emergência de plântulas em campo para diversas espécies como: cebola, alface, nabo, beterraba, cenoura (Matthews & Powell, 1987), ervilha (Bustamante et al., 1984), trevo vermelho (Wang & Hampton, 1989) e brócolis (Mendonça et al., 2000). O potencial de armazenamento de lotes de sementes também pode ser previsto mediante a utilização do teste de deterioração controlada, conforme resultados obtidos por Powell et al. (1984), para sementes de cebola e couve de bruxelas.

Em um trabalho inicial realizado com sementes de brócolis, Mendonça et al. (2000) observaram diferenças na qualidade das sementes da cultivar Piracicaba precoce utilizando sementes com diferentes conteúdos de água e temperaturas entre 40 e 44°C. De acordo com esses autores, o teste de deterioração controlada foi eficiente na separação dos lotes tanto quanto o teste de envelhecimento acelerado, o que levou a afirmação de que os dois testes poderiam ser correlacionados quando os conteúdos iniciais de água das sementes, antes do envelhecimento, fossem muito próximos.

A literatura mostra que o teste de deterioração controlada tem sido amplamente empregado utilizando sementes com

teor de água de 20%, com exposição das sementes por 24 horas a 45°C (Powell & Matthews, 1981, e Larsen et al., 1998). Considerando que a deterioração ocorre, neste teste, em função da exposição das sementes à temperatura e umidade elevadas por determinado período de tempo, o estudo desses fatores é fundamental para recomendações futuras.

Neste contexto, os objetivos deste trabalho foram elaborar as curvas de absorção de água para determinar o período necessário ao ajuste do teor de água das sementes e aprimorar o teste de deterioração controlada para sementes de brócolis.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal, no período de janeiro a junho de 2001, utilizando oito lotes de sementes de três variedades comerciais de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. itálica): dois lotes de Piracicaba precoce, dois lotes de Flórida e quatro lotes de Ramoso.

Os lotes foram caracterizados mediante as seguintes determinações: **teor de água** - realizado pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas (Brasil, 1992), utilizando-se três subamostras com um (1) grama de sementes para cada lote e, os resultados foram expressos em porcentagem, base úmida. O teor de água das sementes foi determinado a cada duas horas (após cada pesagem) até o início da germinação (130 horas) para determinação das curvas de absorção e, antes e após o período de exposição em banho-maria para monitorar possíveis alterações na umidade durante o processo; **teste de germinação** - conduzido com quatro subamostras de 50 sementes de cada lote, em estufa incubadora modificada para germinação de sementes, a 20°C com regime de luz alternado, 12 horas de luz e 12 horas de escuro. As sementes foram semeadas sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas, com água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, no interior de caixas plásticas transparentes, tipo gerbox. Foram efetuadas duas contagens, aos cinco e dez dias após a semeadura (Brasil, 1992). Os métodos utilizados para determinação do vigor foram: **primeira contagem da germinação** - conduzida junto com o teste de germinação com registro das porcentagens de plântulas normais verificadas aos cinco dias após a semeadura; **comprimento de plântula** - foi realizado com quatro subamostras de 10 sementes, em papel toalha, previamente umedecido, com água destilada, acondicionadas em forma de rolo, recobertos com um saco plástico e colocados em germinador a 20°C . No quinto dia, as plântulas nor-

mais correspondentes a cada subamostra foram separadas e medidas em sua totalidade (Nakagawa, 1999). Os resultados médios foram expressos em centímetros; **emergência de plântulas** - realizado com quatro subamostras de 50 sementes, semeadas em células individuais, com substrato "plantmax", em bandeja de isopor. Após a semeadura, as bandejas foram dispostas sobre um balcão, em ambiente aberto. Durante a condução do teste foi realizada a contagem diária até o décimo dia, para determinação do **índice de velocidade de emergência** (Maguire, 1962).

Antes da execução do teste de deterioração controlada, foram determinadas as curvas de absorção de água pelas sementes (Figura 1), com o objetivo de informar o período necessário para elevação do teor de água das sementes aos níveis desejados, antes do envelhecimento e facilitar os trabalhos de laboratório. O monitoramento do teor de água das sementes para cada cultivar e seus respectivos lotes foi a cada duas horas até 84 horas. Passado este período, as sementes dos oito lotes foram retiradas das telas e colocadas para germinar (Brasil, 1992) até a emissão de 10% de raiz primária para identificar o momento da protrusão da raiz.

Execução do teste de deterioração controlada - o teor de água das sementes foi elevado para 18, 20, 21, 23 e 24%, pelo método da atmosfera úmida (Rosseto et al., 1995); conduzido em caixas plásticas (com tela metálica e 50mL de água destilada) utilizando-se amostras de aproximadamente cinco gramas de sementes sobre a tela. As caixas, depois de tampadas, foram mantidas em incubadora, a 20°C . Durante o umedecimento, o teor de água das sementes foi monitorado mediante pesagens sucessivas (Hampton & Tekrony, 1995) com intervalos de duas horas, sendo na última hora, realizadas em intervalos de 20 minutos, até se obter o valor desejado. A cada pesagem foi determinado o teor de água das sementes através da equação:

$$W_2 = \frac{100 - A}{100 - B} \times W_1$$

onde: **A** - teor de água inicial; **B** - teor de água desejado; **W₁** - peso inicial das sementes e **W₂** - peso final das sementes.

Após atingirem os conteúdos de água desejados, cada amostra de sementes foi dividida em quatro subamostras, que foram colocadas imediatamente em recipiente impermeável (saco de metal 10x15cm), vedados em uma seladora elétrica e, acondicionados em um dessecador com sílica e mantidos por 48 horas em câmara fria (10°C e 40% UR) para atingirem o equilíbrio higroscópico (Mendonça et al., 2000). Ao término deste período, as embalagens contendo as sementes, correspondentes a cada lote foram transferidas para aparelho de

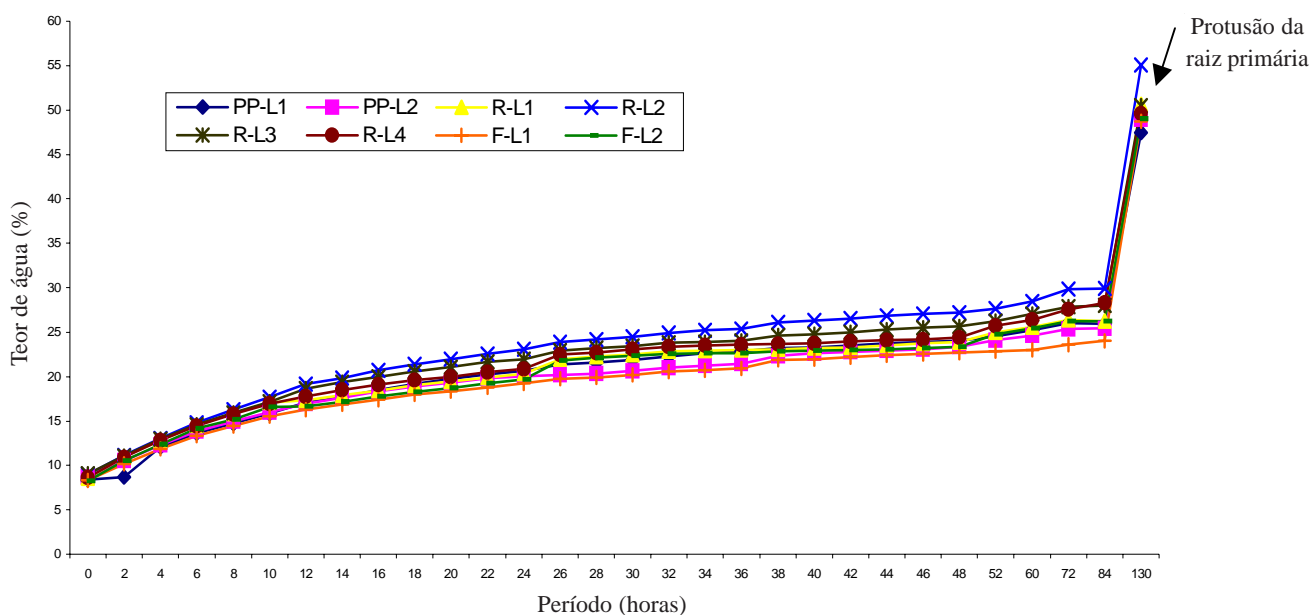


FIG.1. Curvas de absorção de água de sementes de brócolis, provenientes de oito lotes, correspondentes a três variedades comerciais: Piracicaba precoce (PP-L1 e PP-L2), Flórida (F-L1 e F-L2) e Ramoso (R-L1, R-L2, R-L3 e R-L4) durante 130 horas de embebição, em atmosfera úmida, a 20°C.

banho-maria, calibrado para manter temperatura constante de 45°C. Após 24 horas, os recipientes (sacos de metal) com as sementes foram retirados e colocados em um dessecador por trinta minutos para reduzir a temperatura, sendo instalado em seguida o teste de germinação (Powell, 1995). As contagens foram realizadas no décimo dia após a semeadura.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 podem ser observados os valores referentes aos conteúdos de água utilizados na confecção das curvas de absorção de água para sementes de brócolis. As sementes com teor de água inicial entre 8,99% e 9,94% apresentavam um potencial de água inferior ao ambiente (atmosfera úmida). Como o movimento da água se dá do maior para o menor potencial, as sementes absorveram água, entretanto, a absorção foi maior e mais rápida nas primeiras 12 horas de embebição, seguindo, dessa forma, o padrão trifásico de absorção de água pelas sementes, proposto por Bewley & Black (1994). Por outro lado, não foi possível precisar a duração da fase II, pois as curvas de absorção parecem indicar que a segunda fase, ou fase estacionária, ocorreu em um teor de água

mais baixo devido ao método de embebição e prolongou-se até 84 horas. Esse padrão de absorção, em níveis mais baixos de umidade, também foi observado por Mendonça et al. (1999), trabalhando com sementes de soja e três potenciais hídricos.

A embebição por 84 horas, em atmosfera úmida, não permitiu absorção de água suficiente para ocorrer germinação. A umidade máxima atingida, após este período, foi inferior a 30%. No entanto, para se obter os dados do teor de água no momento da emissão da raiz primária foi necessário mudar as sementes de ambiente, isto é, colocá-las sobre papel umedecido em germinador (Brasil, 1992). A protusão de 10% de raiz primária deu-se por volta de 46 horas após a mudança de ambiente, ou seja, 130 horas após o início da embebição. A germinação só ocorreu quando as sementes de todos os lotes atingiram cerca de 45-50% de umidade, 130 horas após o início da embebição.

O tempo necessário para as sementes de cada lote atingirem 18, 20, 21, 23 e 24% foi de aproximadamente 15, 20, 22, 32 e 48 horas respectivamente, exceto para o lote 2, da variedade Ramoso, com baixa qualidade inicial, que atingiu os teores de água desejados mais rapidamente (11, 15, 18, 24 e 28 horas), provavelmente pelo fato das membranas encontrarem-se desorganizadas e rompidas em função do adiantado processo de deterioração (Bewley & Black, 1994).

Uma das limitações do emprego do teste de deterioração controlada, como teste de rotina, refere-se à precisão requerida na elevação do teor de água das sementes (Powell & Matthews, 1981). Assim, a técnica e o período necessário para o ajuste do teor de água, antes do envelhecimento, requerem treinamento e experiência adicionais às normalmente empregadas em testes rotineiros. A elaboração das curvas de absorção de água, para cada lote, foi essencial na determinação do período necessário para a elevação do conteúdo de água das sementes de brócolis a um mesmo nível, antes de submetê-las ao envelhecimento (24 horas a 45°C).

Os resultados obtidos nas determinações preliminares utilizadas na caracterização inicial dos lotes estão apresentados na Tabela 1, juntamente com os testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. Foram verificadas diferenças estatísticas significativas na qualidade das sementes, detectadas pelos testes de primeira contagem, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência. Verifica-se também que os resultados obtidos nos testes de germinação, entre os lotes das cultivares, Piracicaba precoce (PP) e Flórida (F) não foram significativos, indicando assim ausência de diferenças entre lotes de uma mesma cultivar. Para Ramoso (R), pode-se constatar que os lotes um e quatro foram superiores aos demais.

O teor de água inicial das sementes de todos os lotes, no início dos testes, estava homogêneo; com uma variação de

0,95 pontos percentuais entre o menor (8,99%) e o maior (9,94%) valor; estando desta forma dentro da faixa indicada para a realização do teste de deterioração controlada.

Examinando os resultados dos testes de vigor (Tabela 1), constata-se que houve variação significativa entre os lotes de cada cultivar, salvo algumas exceções como a primeira contagem e o comprimento de plântula para Flórida e Piracicaba precoce que não foram sensíveis na detecção de pequenas diferenças entre os lotes. Em contrapartida, os lotes PP-L1, F-L1 e R-L1 mostraram valores significativamente superiores em todos os testes (exceto em comprimento de plântula), revelando que as sementes em estudo possuíam maior vigor, enquanto que, o lote 2 da variedade Ramoso apresentou valores baixos, indicando que as sementes estavam com baixa viabilidade e vigor e, conseqüentemente, fora dos padrões para comercialização de sementes de brócolis, que determina germinação mínima de 75% (CESM/RS, 2000).

Por outro lado, observa-se pelos resultados dos testes de vigor empregados, que o teste de emergência de plântulas e o índice de velocidade estratificaram melhor os lotes tanto de Ramoso quanto das demais cultivares.

De acordo com a literatura, o uso de testes de vigor, justifica-se, como alternativa, para a detecção das diferenças de desempenho entre lotes que apresentam resultados semelhantes

no teste de germinação (Carvalho & Nakagawa, 2000). Desta forma, a utilização de lotes, com porcentagem de germinação, equivalentes entre si, constitui premissa a ser atendida em estudos voltados à verificação da capacidade dos testes de vigor fornecerem dados que, propiciando a diferenciação qualitativa, permitam ordenação hierárquica dos lotes, baseadas no desempenho fisiológico (Caliari & Silva, 2001). Dessa maneira, o emprego de vários testes de vigor tem se constituído em alternativa usada e recomendada, uma vez que, rotineiramente, os resultados obtidos são desuniformes entre as avaliações (Marcos-Filho, 1998).

Na Tabela 2 encontram-se os resultados da germinação das sementes de diferentes variedades de brócolis e seus respectivos lotes, submetidos ao teste de deterioração controlada. Após o período de envelhecimento, não houve variações significativas

TABELA 1. Teor de água (TA), germinação e vigor das sementes de brócolis, das cultivares Piracicaba precoce, Flórida e Ramoso, avaliadas pelo teste de germinação (TG) e, pelos testes de emergência de plântula (EP), primeira contagem da germinação (PC), comprimento de plântulas (CP) e índice de velocidade de emergência (IVE).

Lotes	TA	TG	Testes de vigor			
			EP	PC	CP	IVE
	%		%		cm/plântula	
..... Piracicaba precoce						
L1	9,06	99A	96A	94A	6,83A	14,50A
L2	9,21	93A	91 B	68 B	7,28A	11,90 B
..... Flórida						
L1	8,99	89A	98A	69A	9,68A	13,36A
L2	9,06	90A	94 B	71A	9,03A	11,74 B
..... Ramoso						
L1	9,06	91A	90A	84A	9,32A	12,75A
L2	9,94	36 C	50 B	20 D	5,93 C	5,29 B
L3	9,72	77 B	86A	69 C	8,30AB	12,02A
L4	9,34	82AB	83A	72 B	7,56 B	12,77A

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

TABELA 2. Porcentagem de germinação de sementes de três cultivares de brócolis com diferentes conteúdos de água após o teste de deterioração controlada a 45°C por 24 horas.

Lotes	Teor de água (%)					Médias
	18	20	21	23	24	
..... Piracicaba precoce						
L1	90Aa	90Aa	89Aa	89Aa	96Aa	91A
L2	92Aa	91Aa	85Aa b	82Aa b	74 Bb	85 B
..... Flórida						
L1	82 Ba	89Aa	81Aa	81Aa	84Aa	83 B
L2	90Aa	89Aa	83Aa	87Aa	89Aa	88A
..... Ramoso.....						
L1	85Aa	88Aa	83Aa	69Ab	80Aa b	81A
L2	11 Ca	14 Da	6 Cb	3 Bc	1 Dd	7 D
L3	72 Ba	58 Ca	62 Ba	67Aa	45 Cb	61 C
L4	78 Ba	74 Ba b	77Aa	75Aa b	63 Bb	73 B

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

entre os lotes das variedades Piracicaba precoce e Flórida em todos os teores de água estudados, o que não ocorreu para os lotes da cultivar Ramoso. Observa-se, entretanto, que os valores médios de germinação foram significativos entre os lotes correspondentes a cada cultivar estudada.

Analisando os resultados dos lotes de cada cultivar individualmente, pode-se observar que para a cultivar Piracicaba precoce foi necessário elevar o conteúdo de água das sementes para 24% para ocorrer a separação dos lotes observada no teste de emergência de plântulas e índice de velocidade; esse fato reflete a alta qualidade dos dois lotes utilizados no experimento. O mesmo não ocorreu para os lotes de sementes da cultivar Flórida que a princípio não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos empregados; neste caso, houve interação significativa apenas para o fator lote. Em contrapartida, os quatro lotes de sementes, da cultivar Ramoso, que já apresentavam variações distintas de viabilidade e vigor na caracterização inicial dos lotes, mantiveram respostas similares após o teste de deterioração controlada. Este fato reforça as recomendações existentes na literatura especializada, da utilização de vários testes de vigor para caracterizar lotes com viabilidade próximas.

Para todas as cultivares, as respostas obtidas pelas médias da germinação após a deterioração, independente do conteúdo de água das sementes, foram estatisticamente significativas. Adicionalmente, pode-se inferir que, o teste de deterioração controlada, conduzido a 45°C por 24 horas, pode ser

aplicado para sementes de brócolis, em uma ampla faixa de umidade. Essa combinação de tempo e temperatura tem sido uma das mais utilizadas (Powell & Matthews, 1981), sendo recomendada para sementes de nabo, couve-flor, alface e de ervilha (Krzyzanowski & Vieira, 1999).

Neste estudo, o teste de deterioração controlada foi eficiente na diferenciação de lotes tanto quanto os testes de emergência em campo e índice de velocidade de emergência. Assim, a técnica utilizada para a execução do teste de deterioração controlada mostrou-se eficiente, constituindo uma alternativa promissora a ser acrescida na rotina de laboratórios de análise, como teste para avaliação do vigor de sementes de brócolis.

CONCLUSÕES

- ♦ As curvas de absorção permitiram estimar os períodos de 15, 20, 22, 32 e 48 horas para elevação do teor de água a 18, 20, 21, 23 e 24% respectivamente.
- ♦ Pela curvas de absorção traçadas, a emissão da raiz primária ocorreu somente quando as sementes atingiram teor de água entre 45-50%.
- ♦ O teste de deterioração controlada, para sementes de brócolis, propiciou resultados promissores, tendo sido eficiente na separação de lotes, em todos os teores de água estudados, tanto quanto os testes de emergência de plântula e índice de velocidade de emergência.

REFERÊNCIAS

- ARTHUR, T.J.; TONKIN, J.H.B. Testando o vigor da semente. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.3, p.38-42, 1991.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed., New York : Plenum Press, 1994. 445p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BUSTAMANTE, L. et al. Pea seed quality and seedling emergence in the field. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.12, n.2, p.551-558, 1984.
- CALIARI, M.F.; SILVA, W.R. Interpretação de dados de testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.1, p.239-251, 2001.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.N. Controlled deterioration test. In: **Handbook of vigour test methods**. Zürich: International Seed Testing Association, 1995. p.70-78
- KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.6:1 – 6:8
- LARSEN, S.U. et al. The influence of seed vigour on field performance and the evaluation of the applicability of the controlled deterioration vigour test in oil seed rape (*Brassica napus*) and pea (*Pisum sativum*). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.26, n.2, p.641-647, 1998.
- 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. O valor dos testes de vigor. **Seed News**, Pelotas, n.6, p.32, jul/ago 1998.
- MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-149.
- MATTHEWS, S. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: HEBBLETHWAITE, P.D. (Ed.). **Seed production**. London: Butterworths, 1980. p.647-660
- MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Controlled deterioration test. In: PERRY, D.A. (Ed.). **Handbook of vigour test methods**. 2.ed. Zürich: ISTA, 1987. p.49-56.
- MENDONÇA, E.A.F.; CAMPELO-JUNIOR, J.H.; ALBUQUERQUE, M.C.F. Avaliação da qualidade de sementes de soja submetidas a condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.248-257, 1999.
- MENDONÇA, E.A.F. et al. Teste de deterioração controlada em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L.) var. Itálica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.280-287, 2000.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2:1- 2:21.
- PANOBIANCO, M.; MARCOS-FILHO, J. Comparação de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.306-310, 1998.
- POWELL, A.A. The controlled deterioration test. In: VAN VENTER, H.A. **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: The International Seed Testing Association, p.73-87, 1995.
- POWELL, A.A.; DON, R.; HAIGH, P.; PHILLIPS, G.; TONKIN, J.H.B.; WHEATON, O.E. Assessment of the repeatability of the controlled deterioration vigour test both within and between laboratories. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.12, n.2, p.421-427, 1984.
- POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration, a new vigour test for small seeds vegetables. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.2 p.633-640, 1981.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Departamento da Produção Vegetal. Comissão Estadual de Sementes e Mudanças do Estado do Rio Grande do Sul. **Normas e padrões de produção de sementes para o Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. 4.ed., 2000. 160 p. Disponível em <http://www.apassul.com.br/nomas_sementes_2000.htm> Acesso em: dez. 2002.
- ROSSETO, C.A.V.; FERNANDEZ, E.M. ; MARCOS-FILHO, J. Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.171-178, 1995.
- WANG, Y.R.; HAMPTON, J.G. Red clover (*Trifolium pratense* L.) seed quality. **Proceedings of the Agronomy Society of New Zealand**, v.19, n.1, p.63-68, 1989.

