
TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA A AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE BRÓCOLIS

MAGRO, Felipe Oliveira¹
SALATA, Ariane da Cunha²
HIGUTI, Andrea Reiko Oliveira³
CARDOSO, Antonio Ismael Inácio⁴

Recebido em: 2010-08-13 Aprovado em: 2011-04-12

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.455

RESUMO: A pesquisa foi realizada com objetivo de avaliar o efeito do volume de água e do período de embebição sobre os resultados do teste de condutividade elétrica em sementes de brócolis. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três lotes de sementes de brócolis e quatro repetições. As sementes foram classificadas em diferentes níveis de vigor, em função do teste padrão de germinação realizado anteriormente. Para o teste de condutividade elétrica foram utilizadas 50 sementes por repetição a 25°C, sendo avaliados dois volumes de água destilada: 25 e 50 mL. As leituras foram realizadas após períodos de 1, 2, 3, 4, 6, 8 e 24 horas, com valores expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$. Os volumes de água não influenciaram a classificação dos lotes de sementes, embora o volume de 25 mL tenha apresentado maiores valores. Apenas nas leituras realizadas com 1 e 2 horas de embebição foram constatadas diferenças significativas entre os lotes, seguindo a mesma tendência do teste de germinação, o que acabou não ocorrendo para as avaliações realizadas a partir de 3 horas. Menores períodos de embebição são mais eficientes para detectar diferenças no vigor de sementes de brócolis.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *italica*. Período de embebição. Germinação. Vigor.

ELECTRICAL CONDUCTIVITY TEST TO ASSESS THE PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF BROCCOLI SEEDS

SUMMARY: This experiment was conducted to evaluate the effect of water volumes and imbibition period in electrical conductivity of broccoli seeds. The experimental design was entirely randomized, with three lots of broccoli seeds and four replicates. The seeds were classified into different vigor levels, according to the standard germination test conducted. For the electrical conductivity test, 50 seeds per plot were used at temperature of 25 °C, and it was evaluated two volumes of distilled water (25 and 50 mL). The readings were performed after 1, 2, 3, 4, 6, 8 and 24 hours, with values expressed in $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$. Water volumes did not differ in the classification of seed lots, although the volume of 25 mL have shown higher values. Only the readings taken at 1 and 2 hours of soaking were found differences among lots, following the trend of the germination test. After 3 hours of soaking no difference was observed. Smaller periods of soaking are more efficient to detect differences in vigor of broccoli seeds.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *italica*. Imbibition period. Germination. Vigor.

¹ Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Horticultura. Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA), UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu. Bolsista CAPES. E-mail: felipe_magro@yahoo.com.br

² Doutora do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Horticultura. FCA, UNESP, Campus de Botucatu. E-mail: ariane_salata@yahoo.com.br

³ Doutora do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Horticultura. FCA, UNESP, Campus de Botucatu. E-mail: anreikohiguti@gmail.com

⁴ Professor adjunto. FCA, UNESP, Campus de Botucatu. Departamento de Produção Vegetal/Setor de Horticultura. E-mail: ismaeldh@fca.unesp.br

INTRODUÇÃO

A utilização de métodos rápidos, confiáveis e de fácil execução para estimar a viabilidade das sementes, é uma necessidade nas instituições de pesquisa, empresas e laboratórios de análises de sementes, devido às vantagens proporcionadas pela rapidez dos resultados nos diversos segmentos de produção (CARVALHO et al., 2009). O teste de condutividade elétrica é classificado como um teste bioquímico e se destaca por ser um teste rápido e objetivo que tem sido utilizado com sucesso nos programas de avaliação da qualidade de sementes de muitas espécies. É um dos dois testes de vigor incluídos nas Regras Internacionais para Análise de Sementes (ISTA, 2006; SOUZA et al., 2009).

O teste de condutividade elétrica avalia, indiretamente, o grau de estruturação das membranas celulares, em decorrência da deterioração das sementes, por meio da determinação da quantidade de íons lixiviados em solução de embebição (CARVALHO et al., 2009). Dentre os vários fatores que afetam os resultados do teste de condutividade elétrica estão o período de embebição e o volume de água. Observa-se, geralmente, que a redução do volume de água tem relação direta com o valor de lixiviação (TORRES, 2002).

Para algumas espécies de hortaliças, nota-se que o teste de condutividade elétrica tem sido apontado como eficiente na avaliação do vigor, permitindo a determinação segura de diferenças no potencial fisiológico das sementes; entretanto, a utilização deste teste ainda carece de uma definição de protocolo para cada espécie (ALVES; SÁ, 2009). Pesquisas realizadas com sementes de olerícolas têm demonstrado que o decréscimo na germinação e vigor é diretamente proporcional ao aumento da concentração de eletrólitos liberados pelas sementes durante a embebição (MARTINS et al., 2002). Em trabalhos com sementes relativamente pequenas, o período de embebição pode ser inferior ao utilizado para cereais e leguminosas (24 horas), pois a liberação de solutos é muito elevada durante o início da embebição, declinando à medida que ocorre a reorganização do sistema de membranas; a avaliação após 24 horas é efetuada quando este fato, teoricamente, já se verificou (MARCOS FILHO, 2005). Trabalhos com sementes de quiabo, tomate e rúcula apresentaram esta tendência (DIAS et al., 1998; RODO et al., 1998; ALVES ; SÁ, 2009).

Trabalhos em que foram avaliados diferentes períodos de embebição para determinar a condutividade elétrica em sementes de brócolis apresentaram resultados contraditórios. Fessel et al. (2003) concluíram que o teste de condutividade elétrica com 25 sementes em 25 ml de água a 25°C por 24 horas constituiu a melhor opção para avaliação da qualidade de sementes de brócolis. O mesmo período de embebição foi considerado o mais preciso por Mello et al. (1999). Já Martins et al. (2002) demonstraram que o tempo de embebição das sementes pode

ser reduzido para 8 horas.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos do período de embebição e do volume de água na condutividade elétrica de sementes de brócolis.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Setor de Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista, *Campus* Botucatu (FCA/UNESP). Foram utilizados três lotes de sementes de brócolis cv. Ramoso Santana, 2 lotes de vigor reduzido cedidos pela empresa Sakata[®] (lotes 1 e 2) e um lote de produção própria (lote 3). Foram avaliadas inicialmente a porcentagem e velocidade de germinação e registrados os dados obtidos na primeira contagem de germinação.

As sementes estavam embaladas em recipientes herméticos, e durante todo o período experimental permaneceram armazenadas em câmara seca a 20°C e 40% de umidade relativa do ar.

Para o teste de germinação, foram utilizadas seis repetições de 100 sementes por lote, distribuídas em caixas de plástico transparente (“gerbox”), sobre duas folhas de papel Germiteste, umedecidas com 2,5 vezes o peso do papel, sendo mantidas em germinador a temperatura constante de 20°C. As avaliações foram realizadas aos cinco e dez dias após a sementeira, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992), sendo a avaliação realizada aos cinco dias considerada como a primeira contagem de germinação. As sementes foram consideradas germinadas quando se percebeu o aparecimento das folhas cotiledonares.

Com o teste de germinação, obteve-se o índice de velocidade de germinação (IVG) através da somatória do número de sementes germinadas em cada dia (não cumulativo), dividida pelo número de dias decorridos entre a sementeira e a germinação, conforme Maguire (1962). As avaliações foram diárias e realizadas sempre no mesmo horário até o 10º dia após a sementeira.

Para o teste de condutividade elétrica, foram estudados os efeitos do período de embebição (1, 2, 3, 4, 6, 8 e 24 horas) e do volume de água destilada (25 e 50 mL), em esquema fatorial 3 x 2 (três lotes e dois volumes de água destilada). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por parcela. As sementes foram pesadas em balança de precisão de 0,001g e colocadas para embeber em copos plásticos contendo água destilada, sendo os mesmos mantidos em germinador à 25°C. Determinou-se, em cada amostra, os valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de semente) através do condutímetro modelo TEC-4MP da Tecnal.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey (5%), através do software Estat[®].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação inicial da qualidade fisiológica dos lotes de sementes de brócolis foi efetuada através dos testes de germinação, primeira contagem de germinação e velocidade de germinação (Tabela 1). Estes testes mostram que o lote 3 (lote de produção própria) apresentou maior percentagem de germinação (93%) e maior vigor, não havendo diferenciação entre os lotes 1 (Sakata[®]) e 2 (Sakata[®]) para estas três características avaliadas.

Tabela 1. Qualidade inicial avaliada pelo teste padrão de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação dos três lotes de sementes de brócolis cultivar Ramoso Santana. Botucatu, 2008.

Lotes	Germinação (%)	Primeira Contagem(%)	IVG
1	85,00B	75,71B	20,76B
2	85,14B	72,85B	19,97B
3	93,29A	84,71A	22,93A
CV(%)	3,95	6,56	3,82

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação. IVG = índice de velocidade de germinação.

O teste F foi significativo para lotes e volume de água no teste de condutividade elétrica, porém a interação entre estes fatores não foi significativa, permitindo a discussão de cada fator isoladamente. Este teste mostrou-se eficiente na detecção de diferenças quanto ao potencial fisiológico nos períodos de 1 e 2 horas de embebição (Tabela 2). A partir de 3 horas de embebição até 24 horas, não foram observadas diferenças significativas. Os resultados concordam com outros trabalhos realizados com sementes de hortaliças que concluíram que o período de embebição pode ser reduzido, porém divergem de resultados já obtidos com sementes de brócolis. Mello et al. (1999), ao avaliarem os períodos de 0,5; 2; 4; 12 e 24 horas de embebição concluíram que o último período testado foi o mais eficiente. Fessel et al. (2003) avaliaram os períodos de 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 24 horas de embebição, praticamente os mesmos deste experimento, e também concluíram que o período de 24 horas constituiu na melhor opção para a avaliação da qualidade de sementes de brócolis. Porém, Martins et al. (2002) demonstraram que o tempo de embebição das sementes de brócolis pode ser reduzido

para 8 horas, sem prejuízo à confiabilidade dos resultados, confirmando informações obtidas em trabalhos com sementes de olerícolas. Segundo os autores, a redução do tempo de obtenção dos resultados do teste de condutividade elétrica é importante, pois uma das principais exigências das empresas de sementes tem sido relacionadas à avaliação eficiente e rápida da qualidade de sementes, de modo a permitir a agilização das tomadas de decisões, principalmente no que se refere às operações de colheita, processamento e comercialização.

Tabela 2. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de três lotes de sementes de brócolis nos períodos de embebição avaliados. Botucatu, 2008.

Lotes	Períodos de embebição (h)						
	1	2	3	4	6	8	24
1	29,83AB	40,30AB	48,13A	54,88A	67,55A	74,38A	107,5A
2	35,33A	46,72A	55,50A	62,23A	74,50A	85,10A	113,17A
3	26,07B	33,98B	42,18A	49,45A	60,72A	71,74A	119,19A
CV(%)	19,46	21	21,13	21,25	20,49	23,5	22,59

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

Este trabalho mostrou que o período de embebição para sementes de brócolis deve ser reduzido mais ainda, pois as diferenças nos valores de condutividade elétrica dos lotes avaliados foram observadas apenas até 2 horas de embebição, resultado que demonstra que o período de embebição para sementes pequenas como de hortaliças, pode ser inferior ao utilizado para cereais e leguminosas, pois a liberação de solutos é maior durante o início da embebição, declinando à medida que ocorre reorganização do sistema de membranas (MARCOS FILHO, 2005). Mesmo assim, a separação dos lotes em função do teste de condutividade elétrica não foi tão eficiente quanto o teste padrão de germinação (Tabela 1). Com base nestes resultados e de outros trabalhos com sementes de brócolis que apresentaram resultados contraditórios, pode-se afirmar que há necessidade da execução de novos experimentos com o objetivo de padronizar a metodologia utilizada para se obter informações mais confiáveis e padronizáveis.

Quanto ao volume, os maiores valores de condutividade elétrica foram obtidos com 25 ml da solução com água destilada (Tabela 3). O resultado concorda com Loeffler (1981), que verificou maiores valores de lixiviados em menores volumes de água e atribuiu ao fato de que a embebição em um volume maior de água implica em maior diluição dos lixiviados. Porém, como não houve interação significativa entre volumes e lotes, pode-se concluir que os volumes não interferiram na diferenciação do vigor entre os lotes. Outros trabalhos realizados

com sementes de brócolis concluíram que o volume de 25 ml consistiu na melhor opção para avaliar o potencial fisiológico, pois neste volume ocorreu melhor diferenciação dos lotes (MELLO et al., 1999, FESSEL et al., 2003).

Tabela 3. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) nos períodos de embebição avaliados de sementes de brócolis em função do volume de água destilada. Botucatu, 2008.

Volume (ml)	Períodos de embebição (h)						
	1	2	3	4	6	8	24
25	38,87A	51,85A	62,65A	71,31A	85,56A	98,91A	137,62A
50	21,96B	28,81B	34,55B	39,73B	49,61B	55,22B	89,21B
CV(%)	19,46	21	21,13	21,25	20,49	23,5	22,59

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

CONCLUSÃO

- Os volumes de água não diferiram na classificação dos lotes de sementes, embora o volume de 25 mL tenha apresentado maiores valores.

- Apenas nas leituras realizadas com 1 e 2 horas de embebição foram constatadas diferenças entre os lotes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa Sakata[®] por ceder os dois lotes com baixo vigor, que não são encontrados no mercado.

REFERÊNCIAS

ALVES, C.Z.; SÁ, M.E. Teste de condutividade elétrica na avaliação do vigor de sementes de rúcula. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p. 203-215, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CARVALHO, L.F.C. et al. Influência da temperatura de embebição da semente de soja no teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p. 9-17, 2009.

DIAS, D.C.F.S.; VIEIRA, A.N.; BHÉRING, M.C. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão-de-vagem e quiabo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p. 408-413, 1998.

FESSEL, S.A.; SILVA, L.J.R.; SADER, R. Teste de condutividade elétrica para estimar o potencial fisiológico de sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L.) var. *italica* Plenck. **Informativo Abrates**, v.13, n.3, p.305, 2003.

ISTA. International Seed Testing Association. International Rules for Testing Seeds, 2004. **Seed Science and Technology**, v.32, n.2, p. 403, 2006.

LOEFFLER, T.M. **The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality**. 1981. 181f. Thesis (Master of Science) – University of Kentucky, Lexington, 1981.

MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MARTINS, C.C.et al. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica olerae* L. var. *italica* PLENCK). **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.96-101. 2002.

MELLO, S.C.; SPINOLA, M.C.M.; MINAMI, K. Métodos de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de brócolos. **Scientia Agrícola**, v.56, n.4, p. 1151-1155, 1999.

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**, v.20, n.1, p.23-28, 1998.

SÁ, M.E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicum lycopersicum* L.). **Scientia Agrícola**, v. 56, n.1, p. 23-28, 1998.

SOUZA, L.A.et al. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p. 60-67, 2009.

TORRES, S.B. **Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão**. 2002. 103p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

