

## TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE MILHO<sup>1</sup>

Mirian Gotardo<sup>2</sup>

Roberval D. Vieira<sup>2</sup>

Luciane Minohara A. Pereira<sup>2</sup>

### RESUMO

O teste de condutividade elétrica em sementes de milho não tem sido tão aceito como o de soja e ervilha, por exemplo. Aliado a isto, está o fato de que o procedimento utilizado para condução deste teste tem sido o mesmo para a maioria das espécies de sementes. Assim, esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a combinação de diferentes períodos e temperaturas de embebição sobre os resultados do teste de condutividade elétrica em sementes de milho. Foram utilizados seis lotes de sementes de milho do híbrido Dina 657 e determinados o teor de água, a germinação e o vigor por meio dos testes de envelhecimento acelerado, de frio, de emergência de plântulas em campo e da condutividade elétrica, usando-se cinco períodos (6, 12, 18, 24 e 30 horas) e três temperaturas (20, 25 e 30 °C) de embebição. A partir de 18 horas de embebição, o teste tornou-se mais sensível às diferenças de qualidade entre lotes. Essa sensibilidade, em se tratando de separação dos lotes em níveis de vigor, acentuou-se com os períodos de 24 e 30 horas de embebição. Baseados nesses resultados o teste de condutividade elétrica em milho deve ser conduzido usando-se 25 °C e 18-24 horas de embebição.

Palavras-chaves: *Zea mays*, germinação, vigor de semente.

### ABSTRACT

#### ELECTRICAL CONDUCTIVITY TEST FOR MAIZE SEEDS

The electrical conductivity test for maize seeds has not been so well accepted as it is for soybean and pea, for example. Beside, the procedure used for this test is the same

---

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 27.03.2001

<sup>2</sup> Dep. de Produção Vegetal, FCAV/UNESP, 14870-000 Jaboticabal, SP.

for almost all seeds. The goals of this work was to evaluate the combination of different soaking periods and temperatures over the results of maize seed electrical conductivity test. Six lots of maize seeds of the hybrid Dina 657 were used and determined the moisture content, the germination and the vigour by the accelerated aging test, cold test, field emergency and electrical conductivity, using five periods (6, 12, 18, 24 and 30 hours) and three soaking temperatures (20, 25 and 30 °C). After 18 hours of soaking, the test became more sensitive to the differences among the lots. The 24 and 30 hour soaking periods were more sensitive to vigour classification. Based on the results, the maize seed electrical conductivity test should be conducted using 25 °C and 18-24 hours of soaking.

**Key words:** *Zea mays*, germination, seed vigour.

## INTRODUÇÃO

Apesar de esforços realizados até agora, a interpretação da leitura da condutividade elétrica dos exsudatos liberados pelas sementes ainda precisa de estudos mais detalhados. Como em outros testes, os resultados do teste de condutividade elétrica são afetados por vários fatores, como qualidade e volume da água de embebição, tamanho e peso da semente, umidade inicial, danos mecânicos, idade das sementes, genótipo, tempo e temperatura de embebição (7, 17, 20).

O período e a temperatura de embebição merecem atenção especial, pois a possibilidade de redução do período de condicionamento das sementes e de aumento de temperatura no teste de condutividade poderá oferecer indicações mais rápidas sobre sua qualidade fisiológica. Além do mais, a rapidez na obtenção dos resultados proporciona expressivas vantagens nos diversos segmentos da produção de sementes, especialmente nas etapas de pré-colheita, recepção e processamento, permitindo tomadas de decisões mais rápidas.

No caso de espécies de sementes consideradas grandes, como soja, ervilha e milho, tem-se recomendado um período de embebição de 24 horas; porém, como no caso da soja, a separação entre lotes de sementes, principalmente quando a diferença de vigor é acentuada, pode ser realizada num período menor (5, 11). Entretanto, para que a condução do teste em laboratório seja facilitada, recomenda-se um período de 24 horas. O tempo de embebição pode ser afetado também por características morfológicas do tegumento da semente. Estudos da estrutura morfológica do tegumento de sementes de soja indicaram que existe uma variação na absorção de água conforme a cultivar e, que esta diferença de troca de umidade pode ser conseqüência da forma, tamanho e funcionalidade dos poros como também da quantidade de material ceroso que constitui a epiderme do tegumento (3, 16).

No teste de condutividade elétrica, a taxa de liberação de eletrólitos é muito elevada durante o início do processo de embebição, declinando, posteriormente, a medida que ocorre a reorganização dos sistemas de membranas (18). Dias (6) concluiu que há possibilidade de redução no período de embebição das sementes de soja, ressaltando-se que os períodos mais curtos (8 e 12 horas) permitiram a identificação de diferenças mais acentuadas entre os lotes, enquanto leituras realizadas a partir de 16 horas de embebição mostraram-se mais sensíveis as variações de vigor das sementes.

A temperatura influencia a velocidade de embebição, como também a lixiviação de eletrólitos do interior das células para o meio externo, ocorrendo maiores taxas de embebição quando a viscosidade da água é menor (8,14). A temperatura durante a embebição, tanto alta quanto baixa, é um dos fatores que mais contribuem para efeito degenerativo das membranas e perda do conteúdo celular quando a água penetra nas sementes (8).

O teste de condutividade elétrica é internacionalmente aceito e recomendado para ser usado em sementes de ervilha pela ISTA (13) e em sementes de ervilha e soja pela AOSA (1). Entretanto, apesar de ser um teste de vigor, também utilizado em outras culturas, é apenas para sementes de ervilha que o método tem sido recomendado rotineiramente na Europa.

De modo geral, o procedimento utilizado para condução deste teste (24 horas/25°C) tem sido o mesmo para a maioria das espécies de sementes (1,13,20). Assim, esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a combinação de diferentes períodos e temperaturas de embebição sobre os resultados do teste de condutividade elétrica em sementes de milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de análise de sementes da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, durante o período de agosto a novembro de 1999.

As sementes de milho utilizadas eram do híbrido Dina 657, safra 98, sem tratamento fungicida. Após a recepção no laboratório e a determinação da qualidade inicial, as sementes foram armazenadas em câmara fria (10°C e 60% de umidade relativa do ar).

No laboratório foram realizados os seguintes testes:

**Teor de água:** determinado com duas repetições de 25 sementes, em estufa a  $105 \pm 3$  °C, durante 24 horas, sendo os resultados expressos em porcentagem, base úmida (2).

**Germinação:** realizado com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em rolo de papel toalha e mantidas à temperatura de 25 °C. As avaliações foram efetuadas seguindo-se os critérios estabelecidos pelas Regras para Análises de Sementes(2).

**Envelhecimento acelerado:** foram utilizadas duas caixas de germinação com uma única camada de sementes, preenchendo todo o espaço da tela e acondicionadas a temperatura de 41 °C, por 96 horas (12). Decorrido o período de envelhecimento, foi realizado o teste de germinação, como também se determinou o teor de água para fins de monitoramento, de modo semelhante ao descrito anteriormente.

**Teste de frio:** realizado de acordo com o procedimento descrito por Cícero e Vieira (4), que consta da semeadura de quatro amostras de 50 sementes em caixa plástica contendo a mistura de 2/3 de areia e 1/3 de solo e irrigação, ajustando-se a umidade para 70% da capacidade de campo. A seguir, as caixas foram vedadas e mantidas em câmara regulada a 10 °C, durante sete dias, sendo posteriormente retiradas da câmara fria e mantidas à temperatura ambiente (25 a 30 °C) por um período de cinco dias, quando se iniciou a contagem do número de plântulas normais.

**Emergência de plântulas em campo:** realizado com quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em linhas com comprimento de 2,5 m, espaçadas de 0,5 m e 4-5 cm de profundidade. As avaliações foram realizadas aos 14 dias após a semeadura (15).

**Condutividade elétrica:** realizado com quatro repetições de 50 sementes, oriundas da porção de sementes puras, pesadas e colocadas em copos plásticos (200 ml), contendo 75 ml de água deionizada por períodos de 6, 12, 18, 24 e 30 horas e mantidas às temperaturas de 20, 25 e 30 °C. Após estes períodos, realizou-se a leitura em condutivímetro digital, sendo os resultados expressos em  $\mu\text{mho cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  (20).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3 x 5 constituído de cinco períodos de embebição, três temperaturas e cinco lotes, com quatro repetições.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância dos dados obtidos nos diferentes testes conduzidos, revelaram valores de F significativos para todos os fatores estudados: lotes, períodos e temperaturas de embebição.

O Quadro 1 contém os valores médios referentes aos efeitos de lotes sobre a germinação e o vigor das sementes. Nota-se que, no teste de germinação, não houve diferença estatística entre os lotes. Portanto, estando de acordo com os objetivos de um teste de vigor, que é de identificar

possíveis diferenças significativas entre lotes que apresentem poder germinativo semelhantes e dentro de padrões comercializáveis (10).

QUADRO 1 - Resultados da germinação e do vigor de sementes de milho híbrido Dina 657, avaliado pelos testes de frio, de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas em campo				
Lotes	Testes			
	Germinação	Frio	Envelh. acelerado	Emerg. Campo
	----- (%) -----			
1	98,5 a <sup>1</sup>	96,0 ab	81,5 a	95,5 a
2	97,0 a	90,0 b	74,5 ab	95,0 ab
3	98,5 a	94,5 ab	73,5 b	89,5 ab
4	96,0 a	99,0 a	81,5 a	91,0 ab
5	93,5 a	89,0 b	71,5 b	89,0 b
CV (%)	3,26	4,30	5,48	3,10

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

No teste de frio, constatou-se comportamento superior dos lotes 1, 3 e 4 em relação aos lotes 2 e 5, enquanto o envelhecimento acelerado e a emergência de plântulas em campo detectaram melhor desempenho dos lotes 1, 2 e 4 em comparação aos lotes 3 e 5. Estas variações na ordenação dos lotes quanto ao vigor podem ser atribuídas às diferenças pouco acentuadas entre os lotes e ao fato de que os diversos testes empregados avaliam diferentes aspectos do comportamento das sementes; dessa forma, um mesmo lote pode exibir reações variáveis em função da característica que foi avaliada. Portanto, nota-se a importância da utilização conjunta dos resultados de vários testes para avaliação do vigor das sementes (9,19).

Tem-se, ainda, que considerar as dificuldades dos testes de vigor em detectar diferenças em amostras com níveis médios de vigor, as quais podem ser classificadas como de alto ou baixo vigor, dependendo do método empregado para sua avaliação. Dessa forma, considerando o conjunto dos resultados obtidos nos testes empregados, os lotes 3 e 5 apresentaram menor qualidade fisiológica, enquanto os lotes 1 e 4 foram identificados como os de melhor qualidade (19).

Os resultados do teste de condutividade elétrica apresentaram valores de F significativos para as interações lotes x períodos de embebição (L x P) e períodos de embebição x temperaturas (P x T), assim como quando os fatores lotes (L), períodos de embebição (P) e temperaturas de embebição (T) foram analisados isoladamente (Quadro 2).

QUADRO 2 - Valores de F para lotes, períodos e temperaturas de embebição e respectivas interações.	
Causas da variação	Valores de F
Lotes (L)	256,50 <sup>**</sup>
Períodos de embebição (P)	703,90 <sup>**</sup>
Temperatura de embebição (T)	94,15 <sup>**</sup>
Interação (L x P)	7,67 <sup>**</sup>
Interação (L x T)	1,81 <sup>ns</sup>
Interação (P x T)	5,04 <sup>**</sup>
Interação (L x P x T)	1,19 <sup>ns</sup>
CV (%)	10,05
* ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente	
<sup>ns</sup> Não significativo	

Todos os lotes apresentaram os maiores valores de condutividade quando se empregou o período de embebição de 30 horas (Quadro 3). O lote que apresentou maior quantidade de lixiviados foi o 5, independentemente do período de embebição utilizado, enquanto os lotes 1 e 4 apresentaram os menores valores de condutividade elétrica em todos os períodos de embebição. Estes resultados estão de acordo com os dos testes de frio, de envelhecimento e de emergência de plântulas em campo (Quadro 3).

QUADRO 3 - Condutividade elétrica de cinco lotes de sementes de milho híbrido Dina 657, em função de diferentes períodos de embebição.					
Lotes	Períodos de embebição (horas) <sup>1</sup>				
	6	12	18	24	30
	(μS cm <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> )				
1	6,75eB	8,58dB	10,60cC	12,65bCD	15,80 aC
2	7,51dB	9,33cB	12,11bB	13,77bBC	18,22 aB
3	6,79eB	8,72dB	11,79cBC	14,22bB	18,07 aB
4	6,56dB	8,70cB	11,00bBC	11,77bD	17,27 aB
5	11,10eA	13,48dA	17,00cA	19,28bA	25,91 aA
CV(%)	10,05				
<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas colunas, e minúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.					

Verificou-se também que, a partir de 18 horas de embebição, o teste de condutividade elétrica tornou-se mais sensível às diferenças de qualidade

fisiológica entre os lotes, caracterizada pela tendência de desagrupamento das médias (Quadro 3).

Com relação à temperatura, em todos os períodos de embebição os maiores valores de condutividade elétrica foram obtidos com a temperatura de 30 °C indicando maior perda de lixiviados pelas sementes (Quadro 4). Sob os períodos de embebição de 6, 12, 18 e 24 horas, as temperaturas 20 e 25 °C, apresentaram valores semelhantes de condutividade elétrica. Somente com 30 horas de embebição os valores das “leituras” apresentaram-se totalmente distintos. Porém, sob este período de embebição e à temperatura de 30 °C, os valores da condutividade elétrica tomam-se superestimados e também passam a não se correlacionar com os demais testes de vigor.

**QUADRO 4 - Condutividade elétrica de semente de milho híbrido Dina 657, em função da temperatura e do período de embebição.**

Temperatura	Períodos de embebição (horas) <sup>1</sup>				
	6	12	18	24	30
	$\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$				
20	7,36eB	9,02dB	11,70cB	13,77bB	16,94 aC
25	7,24eB	9,36dB	11,55cB	13,81bB	19,12 aB
30	8,63eA	10,91dA	14,26cA	15,51bA	21,11 aA
CV(%)	10,05				

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas colunas e, minúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

## REFERÊNCIAS

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. Seed vigor testing handbook. East Lansing, AOSA, 1983. 93p. (Contribution 32).
2. BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília, SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
3. CALERO, E.; WEST, S.H. & HINSON, K. Water absorption of seed and associated causal factors. *Crop Science*, 21: 926-33, 1982.
4. CÍCERO, S.M. & VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: Vieira, R.D. & Carvalho, N.M. (eds.). Testes de vigor em sementes. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 1994. 164p.
5. DIAS, D.C.F.S. & MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja. *Scientia Agricola*, 53: 31-42, 1996.
6. DIAS, D.C.F.S. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de soja. Piracicaba, ESALQ, 1994. 136p. (Tese de Doutorado).

7. KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. & HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. Informativo ABRATES, 1 (2): 15-50, 1991.
8. LEOPOLD, A.A. Temperature effects on soybean imbibition and leakage. *Plant Physiology*, 65: 1096-8, 1980.
9. MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H.M.C.; KOMATSU, Y.H.; DEMÉTRIO, C.G.B. & FANCELLI, A.L.. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com emergência das plântulas no campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 19: 605-13, 1984.
10. MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M. & SILVA, W.R. Avaliação da qualidade de sementes. Piracicaba, FEALQ, 1987. 230p.
11. MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVENBRE, A.D.C. & CHAMMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao testes de condutividade elétrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 25: 1805-15, 1990.
12. MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: Vieira, R.D. & Carvalho, N.M. (eds.). *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 1994. p.133-50.
13. MATTHEWS, S. & POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: Perry, D.A. (ed.) *Handbook of vigour methods*. Zurich, ISTA, 1981. p. 37-42.
14. MURPHY, J.B. & NOLAND, T.L. Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. *Plant Physiology*, 69: 428-31, 1982.
15. NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: Vieira, R.D. & Carvalho, N.M. (eds.). *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 1994. p.49-86.
16. POWELL, A.A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. *Journal Seed Technology*, 10: 81-100, 1986.
17. SAMPAIO, N.V.; SAMPAIO, T.G. & DURÁN, J.M. Avaliação da qualidade de sementes através da condutividade elétrica de exsudatos de embebição. Informativo ABRATES, 5 (3): 31-9, 1995.
18. SIMON, E.W. & RAJA HARUN, R.M. Leakage during seed imbibition. *Journal of Experimental Botany*, 23: 1076-85, 1972.
19. TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. *Crop Science*, 17: 573-7, 1977.
20. VIEIRA, R.D. & CARVALHO, N.M. (eds.). *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal, FUNEP, 1994. 164p.