

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

SALVADOR BARROS TORRES<sup>2</sup>, MARIA APARECIDA DE MEDEIROS<sup>3</sup>,  
MAURO DA SILVA TOSTA<sup>3</sup>, GLEIDER MARIA DE MENEZES COSTA<sup>3</sup>

RESUMO – O teste de condutividade elétrica, inicialmente desenvolvido para sementes de ervilha, tem sido usado intensivamente para avaliar o vigor de sementes de várias espécies vegetais. O presente trabalho teve como objetivo estabelecer metodologia para o teste de condutividade elétrica em sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.), envolvendo períodos de embebição da semente, volumes e temperaturas da água. Em duas etapas de estudo, utilizaram-se quatro lotes de sementes, cultivar Preta, que foram avaliados pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, velocidade de emergência, massa da matéria seca da parte aérea da plântula, comprimento da parte aérea da plântula e emergência em campo, além da determinação do grau de umidade das sementes. Para o teste de condutividade elétrica, foram estudadas variações no volume de água (25, 50 e 75 mL, na temperatura (20, 25 e 30°C) e no período de embebição (1, 2, 4, 8, 12, 16 e 24 horas). Concluiu-se que o teste de condutividade elétrica é eficiente para avaliação do potencial fisiológico de sementes de gergelim, sendo a combinação 50 sementes, 50 mL de água destilada, com período de embebição de oito horas, a 25°C, a mais adequada.

Termos para indexação: *Sesamum indicum*, lixiviação, potencial fisiológico.

### ELECTRICAL CONDUCTIVITY TEST IN SESAME SEEDS

ABSTRACT – The electrical conductivity test, initially developed for pea seeds, has been intensively used to evaluate seed vigor of several plant species. The objective of the present study was to establish methodology for the electrical conductivity test in sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds, involving periods of seed imbibition, water volume and temperatures. In two stages of the study, four seed lots, cv. Preta, were evaluated by the germination test, first germination count, emergence speed, seedling shoot dry matter, seedling shoot length and field emergence, as well seed moisture content determination. For the electrical conductivity test, variations in water volume (25, 50 and 75 mL) or temperature (20, 25 and 30°C) and in imbibition period (1, 2, 4, 8, 12, 16 and 24 hours) were studied. The electrical conductivity test was efficient for the evaluation of sesame seed physiological potential and the association of 50 seeds, 50 mL distilled water and 8 hours imbibition at 25°C was the most adequate.

Index terms: *Sesamum indicum*, leakage, physiologic potential

<sup>1</sup>Submetido em 27/04/2009. Aceito para publicação em 13/08/2009.

CNPq.

<sup>2</sup>EMPARN/UFERSA, Departamento de Ciências Vegetais, C.P. 137, CEP 59625-900, Mossoró, RN, e-mail: sbtorres@ufersa.edu.br; Bolsita do

<sup>3</sup>Doutorando em Agronomia, Departamento de Ciências Vegetais/UFERSA, Mossoró, RN.

## INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) pertencente à família Pedaliaceae é a mais antiga oleaginosa conhecida. A África é considerada o continente de origem devido à existência da maioria das espécies silvestres do gênero *Sesamum*, ao passo que na Ásia encontra-se uma riqueza de formas e variedades das espécies cultivadas originária do Oriente (Embrapa, 2008). No Nordeste brasileiro é cultivado principalmente pelos pequenos produtores em condições de sequeiro, na maioria das vezes em consorciação com outras culturas. Esta espécie prospera em regiões de clima quente, ideal para o cultivo no semiárido nordestino, sendo exportada pelos estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia, portanto, tendo grande importância social. Sua principal finalidade é a extração do óleo, dado seu largo emprego na indústria, medicina e alimentação (Beltrão et al., 1994).

Para se implantar uma cultura recomendam-se sementes de qualidade superior, onde o teste de germinação é o procedimento oficial para avaliar a capacidade das sementes produzirem plântulas normais em condições ideais, mas nem sempre revela diferenças de desempenho entre lotes de sementes durante o armazenamento ou em campo (Carvalho e Nakagawa, 2000). Portanto, outros métodos são utilizados para identificar os lotes mais vigorosos, um deles é o teste de condutividade elétrica, tido como rápido, prático e fácil de ser conduzido para determinação do vigor de sementes, não necessitando de muitos equipamentos e treinamento pessoal (Vieira e Krzyzanowski, 1999). Diante disto, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas no sentido de reduzir o período de embebição para a avaliação da condutividade elétrica em diferentes espécies, tais como amendoim (Vanzolin e Nakagawa, 1998), feijão de vagem (Dias et al., 1998), milho (Gaspar e Nakagawa, 2002), abobrinha (Dutra e Vieira, 2006), aveia preta (Menezes et al., 2007) e pimenta (Vidigal et al., 2008).

O teste de condutividade elétrica avalia indiretamente o grau de estruturação das sementes, através da quantidade de íons lixiviados durante o processo de embebição, quanto menor for o resultado da condutividade melhor será o vigor presente neste lote de sementes, comprovando a integridade nas membranas celulares, por outro lado, quando o resultado for alto comparado com outros lotes de sementes, significa que estas sementes estão bastante deterioradas, com baixo vigor (Vieira e Krzyzanowski, 1999). Neste teste a duração do período de embebição das sementes tem também grande efeito sobre a capacidade do teste de distinguir diferenças de qualidade entre os lotes (Dias e Marcos Filho, 1995). O

período que se recomenda é de 24 horas de embebição (Vieira e Krzyzanowski, 1999), porém, a possibilidade da redução deste período é vantajosa para a indústria de sementes, encurtando o período de tomada de decisão.

Quanto à temperatura de embebição, Hampton e Tekrony (1995) informam que sua influência é verificada na velocidade de embebição e de lixiviação de eletrólitos do interior das células para o meio externo. Nesse sentido, Loeffler (1981) constatou que a diminuição na temperatura causa aumento na viscosidade da solução, seguida por um decréscimo na mobilidade de íons e conseqüente redução da condutividade; por outro lado, as altas temperaturas aumentam a dissociação de íons e reduzem a viscosidade da solução, o que resulta em alta condutividade.

Conhecendo a diversidade nas formas de utilização e a importância econômica do gergelim, aliado a escassez de pesquisa, sobretudo referente à tecnologia de sementes, o presente trabalho objetivou estabelecer metodologia para o teste de condutividade elétrica em sementes de gergelim, envolvendo períodos de embebição da semente, volumes e temperaturas da água.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Ciências Vegetais da UFERSA, Mossoró, RN, utilizando-se quatro lotes de sementes de gergelim, cultivar Preta, sendo as análises realizadas em duas épocas. Durante o período experimental, as sementes, acondicionadas em sacos de papel multifoliado e armazenadas em ambiente controlado (20°C e umidade relativa do ar de 50%), foram submetidas aos seguintes testes e determinações:

**Grau de umidade** – realizado pelo método da estufa a 105±3°C, utilizando-se duas subamostras para cada lote, sendo os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 1992).

**Germinação** - conduzida em caixa plástica (11,0 x 11,0 x 3,5 cm), com quatro repetições de 50 sementes por lote, distribuídas sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco e mantidas em germinador a 20-30°C, com oito horas de luz durante o período de exposição a 30°C e avaliações aos três e aos seis dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (Brasil, 1992).

**Primeira contagem de germinação** – realizada conjuntamente com o teste de germinação, com avaliação

no terceiro dia.

**Emergência das plântulas em campo** - a semeadura foi realizada em canteiros, utilizando-se quatro repetições de 50 sementes em linhas de 1,0 m de comprimento, espaçadas de 3 x 10 cm e profundidade média de semeadura de 1 cm. A irrigação foi por microaspersão sendo realizada três vezes por dia. Determinou-se a porcentagem de emergência de plântulas aos 20 dias após a semeadura.

**Velocidade de emergência das plântulas em campo** - no teste de emergência de plântulas foram efetuadas contagens diárias das plântulas emergidas a cada 24 horas (Nakagawa, 1999). Foram consideradas como emergidas as plântulas cujos cotilédones afloraram à superfície do solo.

**Comprimento da parte aérea das plântulas** - após 20 dias da semeadura, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, mediu-se a parte aérea de todas as plântulas normais das quatro repetições.

**Massa da matéria seca da parte aérea das plântulas** - no laboratório, das partes aéreas das plântulas foram descartados os cotilédones persistentes. A seguir, o material de cada repetição foi acondicionado em saco de papel, previamente identificado e levado para a estufa a 70°C por 24 horas (Nakagawa, 1999). Após esfriar, em dessecador, cada repetição teve a massa determinada. Os resultados médios obtidos foram expressos em miligramas por plântula.

**Condutividade elétrica** - as avaliações foram conduzidas com quatro repetições de 50 sementes fisicamente puras, previamente contadas e pesadas (precisão de 0,01g),

imersas em 25, 50 e 75 mL de água destilada pelos períodos de embebição de 1, 2, 4, 8, 12, 16 e 24 horas e mantidas em câmara tipo BOD sob as temperaturas de 20°C, 25°C e 30°C, durante cada período considerado. A condutividade elétrica da solução de imersão foi determinada por meio de leituras em condutivímetro, DIGIMED, modelo 21, com os resultados expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  de sementes.

**Procedimento estatístico** - utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, realizando-se a comparação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados do grau de umidade das sementes (Tabela 1) foram semelhantes para os quatro lotes, com variação de até 0,7 pontos percentuais, inferior à amplitude máxima aceita que é de 1 a 2 pontos percentuais. Esse fato é importante para a execução dos testes, pois deve haver uniformidade do grau de umidade inicial das sementes para obtenção de resultados consistentes (Marcos Filho, 1999).

Ainda na Tabela 1, a análise geral dos testes de germinação, de primeira contagem de germinação, de velocidade de emergência, de massa da matéria seca da parte aérea da plântula, de comprimento da parte aérea da plântula e de emergência de plântula, indicou que a classificação dos lotes de sementes de gergelim, em níveis de potencial fisiológico, apontou o lote 4 como de qualidade inferior e os demais com desempenho superior.

**TABELA 1. Caracterização da qualidade inicial de quatro lotes de sementes de gergelim, cv. Preta, quanto ao grau de umidade (GU), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), velocidade de emergência (VE), massa da matéria seca da parte aérea da plântula (MMS), comprimento da parte aérea da plântula (CPA) e emergência em campo (E). Época 1.**

Lote	GU (%)	G (%)	PCG (%)	VE	MMS (mg)	CPA (cm)	E (%)
1	5,6	90 a*	42 a	11,75 a	135 a	5,14 a	80 a
2	5,8	92 a	45 a	11,95 a	145 a	5,39 a	84 a
3	6,0	93 a	44 a	10,29 a	150 a	4,92 a	80 a
4	6,3	84 b	34 b	8,45 b	110 b	3,51 b	70 b
CV(%)	--	4,43	8,28	14,17	8,12	8,99	2,16

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

Os resultados do teste de condutividade elétrica (Tabelas 2, 3 e 4) permitiram verificar, de maneira geral, que as

diversas combinações de volume de água (25, 50 e 75 mL) e temperatura (20, 25 e 30°C) apresentaram semelhança na

distinção dos lotes em relação ao seu potencial fisiológico. Verificou-se que o lote 2 foi o mais vigoroso, o 4 de menor vigor e os lotes 1 e 3 de qualidade intermediária. Estes resultados, independentemente da combinação,

quantidade de água e temperatura utilizadas, concordam com os obtidos na avaliação inicial dos lotes (Tabela 1), que apontou o lote 4 como de baixo vigor e o 2 como de qualidade superior.

**TABELA 2. Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) de quatro lotes de sementes de gergelim, cv. Preta, com volume de água para embebição de 25mL. Época 1.**

Lote	Períodos de embebição (h)						
	1	2	4	8	12	16	24
20°C							
1	48,4 b*	49,8 a	52,8 a	53,4 a	55,3 a	57,4 a	57,1 a
2	45,6 a	48,4 a	53,6 a	54,5 a	55,4 a	56,6 a	57,6 a
3	63,3 c	62,8 b	66,8 b	69,5 b	67,5 b	72,5 b	79,1 b
4	73,7 d	76,7 c	78,4 c	78,9 c	82,5 c	83,5 c	86,8 c
CV(%) = 4,76							
25°C							
1	49,9 b	54,6 b	55,2 b	58,2 b	59,8 a	65,2 b	68,2 a
2	44,7 a	45,2 a	49,3 a	51,9 a	53,5 a	55,8 a	65,7 a
3	68,9 c	69,2 c	74,2 c	77,2 c	78,2 b	82,2 c	86,4 b
4	71,8 c	73,7 d	79,2 d	84,1 d	85,2 c	93,4 d	95,6 c
CV(%) = 5,53							
30°C							
1	55,9 b	57,6 b	63,6 b	66,8 b	67,8 b	70,2 b	74,6 b
2	45,8 a	49,7 a	40,9 a	55,9 a	59,3 a	59,3 a	65,8 a
3	68,3 c	73,6 c	75,6 c	77,5 c	81,3 c	85,7 c	88,9 c
4	77,4 d	81,3 d	84,3 d	89,2 d	91,3 d	98,5 d	99,9 d
CV(%) = 5,55							

\*Na coluna, valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**TABELA 3. Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) de quatro lotes de sementes de gergelim, cv. Preta, com volume de água para embebição de 50mL. Época 1.**

Lote	Períodos de embebição (h)						
	1	2	4	8	12	16	24
20°C							
1	38,3 a*	40,6 a	43,7 a	44,3 a	46,1 a	48,3 a	49,5 a
2	37,9 a	39,4 a	42,5 a	43,4 a	44,5 a	47,9 a	48,2 a
3	52,2 b	51,9 b	55,7 b	58,4 b	59,1 b	60,4 b	63,4 b
4	62,4 c	65,4 c	67,2 c	69,8 c	70,1 c	72,3 c	74,1 c
CV(%) = 4,77							
25°C							
1	38,3 b	43,6 b	44,9 b	47,3 b	48,5 a	54,0 b	57,1 a
2	33,8 a	34,3 a	38,1 a	40,5 a	42,9 a	44,1 a	54,6 a
3	57,5 c	58,5 c	63,9 c	66,9 c	67,8 b	71,0 c	75,3 b
4	60,7 c	62,3 d	68,9 d	72,6 d	74,9 c	82,3 d	84,5 c
CV(%) = 5,50							
30°C							
1	44,4 b	46,9 b	52,5 b	55,5 b	56,7 b	59,9 b	63,5 b
2	34,9 a	38,5 a	39,7 a	45,8 a	48,8 a	48,2 a	54,7 a
3	57,2 c	62,5 c	64,5 c	66,9 c	70,1 c	74,8 c	77,8 c
4	66,3 d	70,2 d	73,9 d	78,9 d	80,9 d	88,8 d	92,7 d
CV(%) = 5,50							

\*Na coluna, valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**TABELA 4. Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) de quatro lotes de sementes de gergelim, cv. Preta, com volume de água para embebição de 75mL. Época 1.**

Lote	Períodos de embebição (h)						
	1	2	4	8	12	16	24
20°C							
1	25,4 a*	26,9 a	28,6 b	29,8 b	32,4 b	33,4 b	33,4 a
2	24,3 a	25,3 a	21,5 a	24,2 a	26,9 a	29,3 a	32,9 a
3	30,1 b	32,3 b	35,9 c	38,9 c	39,9 c	40,3 c	42,9 b
4	32,3 b	35,4 b	40,3 d	45,3 d	51,9 d	55,7 d	57,3 c
CV(%) = 8,73							
25°C							
1	25,9 a	27,2 a	29,4 a	30,9 a	33,5 a	35,6 a	37,6 a
2	24,1 a	26,3 a	27,3 a	29,3 a	32,8 a	34,5 a	36,9 a
3	30,4 a	33,1 a	34,4 a	34,5 a	36,5 a	37,9 a	38,0 a
4	31,2 a	32,9 a	33,5 a	34,9 a	37,8 a	39,1 a	39,0 a
CV(%) = 6,50							
30°C							
1	31,4 b	32,6 a	34,7 b	36,9 b	38,8 b	40,6 b	42,4 b
2	25,4 a	27,9 a	29,9 b	31,8 a	33,6 a	35,7 a	37,5 a
3	42,4 c	44,6 b	46,6 c	48,6 c	50,5 c	52,7 c	55,8 c
4	47,4 d	49,4 c	51,6 d	53,8 d	55,7 d	57,5 d	59,9 d
CV(%) = 6,81							

\*Na coluna, valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verificou-se que, para as várias combinações, volume de água/temperatura/período de embebição, indicaram, no geral, aumento da quantidade de eletrólitos lixiviados no intervalo de 1 a 24 horas (Tabelas 2, 3 e 4). No entanto, a classificação dos lotes tornou-se mais evidente após o período de 8 horas de embebição, no qual valores de condutividade possibilitaram separar lotes em diferentes níveis de vigor, com significativa redução no período de condicionamento das sementes, em relação ao período de 24 horas, indicado para os testes de condutividade elétrica para sementes de ervilha e soja (Hampton e Tekrony, 1995; Vieira e Krzyzanowski, 1999). Resultados semelhantes foram encontrados para sementes de maxixe (Torres et al., 1998), de milheto (Gaspar e Nakagawa, 2002), de pimentão (Oliveira e Novembre, 2005), de abobrinha (Dutra e Vieira, 2006) e de pimenta

(Vidigal et al., 2008), onde a classificação de lote similar foi obtida para oito e 24 horas de embebição.

Independentemente do volume de água utilizado para o teste de condutividade elétrica, a temperatura de 30°C foi a que permitiu a melhor separação dos lotes em diferentes níveis de vigor (Tabelas 2, 3 e 4). Em função dos resultados obtidos na primeira etapa, foi conduzida a segunda para confirmar tais resultados, adotando-se a temperatura de 30°C, três volumes de água (25, 50 e 75 mL) e dois períodos de embebição (8 e 24 horas), mantendo 50 sementes por repetição.

Os resultados da avaliação inicial (segunda etapa) (Tabela 5), verificaram-se a mesma tendência de classificação dos lotes, obtida na primeira etapa (Tabela 1). O lote 4 confirmado como de baixa qualidade e os demais com alto vigor.

**TABELA 5. Caracterização da qualidade inicial de quatro lotes de sementes de gergelim, cv. Preta, quanto ao grau de umidade (GU), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), velocidade de emergência (VE), massa da matéria seca da parte aérea da plântula (MMS), comprimento da parte aérea da plântula (CPA) e emergência em campo (E). Época 2.**

Lote	GU (%)	G (%)	PCG (%)	VE	MMS (mg)	CPA (cm)	E (%)
1	6,6	90 a *	40 a	10,53 a	125 a	4,17 a	82 a
2	6,8	90 a	44 a	10,45 a	135 a	4,30 a	82 a
3	6,5	89 a	42 a	10,35 a	138 a	4,67 a	81 a
4	6,8	80 b	30 b	7,45 b	115 b	3,22 b	72 b
CV(%)	--	5,49	6,26	12,11	7,19	7,45	4,13

\* Na coluna, valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando os resultados do teste de condutividade elétrica (Tabela 6), verificaram-se que os períodos de embebição (8 e 24 horas) mostraram concordância quanto à ordenação dos lotes e a possibilidade de redução no período de condicionamento das sementes de gergelim, sem que haja prejuízo na confiabilidade dos resultados. A combinação 50 sementes/50 mL/30°C possibilitou a classificação dos lotes em quatro níveis de vigor. O

lote 2 foi tido como mais vigoroso e o 4 como de pior qualidade, confirmando os resultados obtidos na primeira etapa (Tabela 1); e os lotes 2 e 3 com vigor intermediário. Portanto, a similaridade de ordenação dos lotes tanto no período de oito horas como de 24 horas de embebição, indica que há possibilidade de realização do teste em menor tempo e, conseqüentemente a obtenção de resultados mais rápidos.

**TABELA 6. Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) de quatro lotes (segunda etapa) de sementes de gergelim, cv. Preta, a 30°C. Época 2.**

Lote	Volume de água (mL)					
	25		50		75	
	Período de embebição (h)					
	8	24	8	24	8	24
1	77,4 a *	91,2 a	67,9 b	85,4 b	55,1 a	73,6 a
2	76,9 a	91,7 a	59,9 a	74,7 a	53,7 a	72,6 a
3	81,9 b	99,9 b	77,6 c	92,2 c	69,9 b	84,9 ab
4	92,1 c	128,5 c	87,3 d	110,2 d	72,2 c	88,3 b
CV (%)	4,56		5,37		5,21	

\*Na coluna, valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÃO

O teste de condutividade elétrica é eficiente para avaliação do potencial fisiológico de sementes de gergelim, sendo a combinação 50 sementes, 50 mL de água destilada, com período de embebição de 8 horas, a 25°C, a mais adequada.

## REFERÊNCIAS

BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, E.C.; LIMA, E.F. **Gergelim cultura no trópico semi-árido nordestino**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1994. 52p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 18).

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária.

- Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 424p.
- DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I Condutividade elétrica. **Informativo ABRATES**, v.5, n.1, p.26-41, 1995.
- DIAS, D.C.F.S.; VIEIRA, A.N.; BHERING, 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.
- DUTRA, A.S.; VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.117-122, 2006.
- EMBRAPA. **Cultivo do gergelim**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fontesHTML/gergelim/cultivodogergelim/index.html>. Acesso em: 18 jul. 2008.
- GASPAR, C.M.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em função do período e da temperatura de embebição para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.82-89, 2002.
- HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigor test methods**. Zurich: ISTA, 1995. 117p.
- LOEFFLER, T.M. **The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality**. 1981. 181 f. Thesis (Master of Science) – University of Kentucky, Lexington.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.1-24.
- MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; BAHRY, C.A.; MATTIONI, N.M. Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.138-142, 2007.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.2, p.1-24.
- OLIVEIRA, S.R.S.; NOVEMBRE, A.D.L.C. Teste de condutividade elétrica para sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.31-36, 2005.
- TORRES, S.B.; CASEIRO, R.F.; RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.480-483, 1998.
- VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em genótipos de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p.178-183, 1998.
- VIDIGAL, D.S.; LIMA, J.S.; BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S. Teste de condutividade elétrica para sementes de pimenta. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.168-174, 2008.
- VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1- 26.