

## TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA A AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE ABOBRINHA<sup>1</sup>

ALEK SANDRO DUTRA<sup>2</sup>, ROBERVAL DAITON VIEIRA<sup>3</sup>

RESUMO - O teste de condutividade elétrica da solução de embebição é recomendado para avaliar o vigor de sementes de ervilha e indicado para outras espécies, mas ainda há necessidade da continuidade de estudos sobre o assunto. A presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de comparar procedimentos no teste de condutividade elétrica para avaliar o potencial fisiológico de sementes de abobrinha. Utilizaram-se sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.), cultivar Menina Brasileira, representadas por quatro lotes na primeira etapa e por outros cinco, na segunda. Foram conduzidos os teste de germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência e de condutividade elétrica. Para o teste de condutividade foram estudadas variações no volume de água (50 e 75mL), na temperatura (20, 25 e 30°C) e no tempo de embebição (1, 2, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas). O tempo de embebição para o teste de condutividade elétrica pode ser reduzido para 8 horas. Independentemente do volume de água, a temperatura de 30°C foi a mais favorável para a ordenação consistente dos lotes quanto ao vigor. Assim, conclui-se que a condição mais adequada para o teste de condutividade elétrica em sementes de abobrinha é a utilização de 50 sementes em 75mL de água por oito horas, a 30°C.

Termos para indexação: *Cucurbita pepo*, potencial fisiológico, lixiviação.

### ELECTRICAL CONDUCTIVITY AS VIGOR TEST FOR SQUASH SEEDS

ABSTRACT - The electrical conductivity has been recommended or suggested to evaluate seed vigor of pea and other species, although research is still needed to improve procedures. This work to evaluate the physiological potential of squash seeds (*Cucurbita pepo* L.) using electrical conductivity test. Seeds of the cultivar "Menina Brasileira", represented by four seed lots, in the first phase and by other five, in the second, were used. Results of germination, first count, percentage and speed of seedling emergence and electrical conductivity tests were compared. Conductivity test was performed using two water volumes (50 and 75mL), three temperatures (20, 25 and 30°C) and eight periods of seed soaking (1, 2, 4, 8, 12, 16, 20 and 24 hours). It was observed that the soaking period of squash seeds can be reduced to 8 hours and that independently of the water volume, seed imbibition at 30°C promoted the best seed lot ranking according to physiological potential. So, it can be concluded that the electrical conductivity test can be run using 30°C, 75mL of water and 8h.

Index terms: *Cucurbita pepo*, physiological potential, leakage.

<sup>1</sup> Submetido em 14/03/2005. Aceito para publicação em 01/09/2005. Parte da Tese de Doutorado em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes) do primeiro autor;

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Dr., UNESP, Campus de Jaboticabal, Depto. de Produção

Vegetal, CEP: 14884-900, Jaboticabal-SP; alekdutra@bol.com.br;

<sup>3</sup> Professor Titular, UNESP, Campus de Jaboticabal, Depto. de Produção Vegetal, CEP: 14884-900, Jaboticabal-SP; rdvieira@fcav.unesp.br.

## INTRODUÇÃO

Cultivadas em praticamente todo o mundo, as espécies da família Cucurbitácea estão distribuídas em aproximadamente 80 gêneros, tendo grande importância econômica e social. O Brasil vem se mostrando bastante favorável ao cultivo de diferentes cucurbitáceas, dentre as quais se destaca a abobrinha.

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). Desta maneira, é importante avaliar o vigor das sementes como complemento às informações fornecidas pelo teste de germinação. Para isso, vários procedimentos têm sido usados, dentre eles o teste de condutividade elétrica da solução de embebição das sementes.

A perda de eletrólitos das sementes para a água de embebição pode ser detectada avaliando-se a condutividade elétrica desses lixiviados (Powell, 1986). O teste de condutividade elétrica baseia-se no princípio de que, com o processo de deterioração, ocorre aumento da lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água, devido à perda da integridade dos sistemas de membranas celulares (Hepburn et al., 1984). Assim, considera-se o vigor das sementes inversamente proporcional à leitura da condutividade elétrica (Vieira, 1994; Vieira e Krzyzanowski, 1999).

A determinação da condutividade elétrica da solução de embebição da semente, como teste de vigor, é recomendada para sementes de ervilha e sugerida para as de soja (AOSA, 2002), espécie em que tem sido observada relação entre os resultados desse teste com os de emergência de plântulas em campo (Vieira et al., 1999a e b). Por outro lado, os estudos sobre o teste de condutividade elétrica em sementes de hortaliças são mais escassos.

O efeito da temperatura se manifesta, basicamente, sobre a quantidade e velocidade de liberação de exsudatos durante a embebição, sem alterar, necessariamente, a classificação dos lotes quanto ao vigor (Hampton e TeKrony, 1995). No caso de sementes relativamente pequenas, como as de hortaliças, a lixiviação máxima pode ocorrer em período inferior a duas horas (Murphy e Noland, 1982), ao passo que em sementes maiores, como as de soja, verifica-se aumento da lixiviação até 24-30 horas após o início da embebição, a 25°C (Loeffler et al., 1988).

Estudos sobre o potencial fisiológico de sementes de

diferentes hortaliças como beterraba, tomate, cenoura, ervilha têm evidenciado que o teste de germinação não traduz totalmente o potencial de desempenho de sementes dessas espécies (Nascimento, 1994). Portanto, o uso de testes de vigor é de grande utilidade no monitoramento da qualidade das sementes (Panobianco e Marcos Filho, 2001).

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar os procedimentos do teste de condutividade elétrica para avaliar o potencial fisiológico de sementes de abobrinha.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da UNESP, Campus de Jaboticabal, SP. Foram utilizadas sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.), cv. Menina Brasileira, representadas por quatro lotes (1 a 4) na primeira etapa e por outros cinco (5 a 9) na segunda. Na primeira etapa foram conduzidos os teste de germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica. Na segunda etapa, foram comparados os procedimentos considerados mais eficientes para o teste de condutividade elétrica. Durante todo o período experimental, as sementes foram mantidas em embalagens de papel multifoliado, armazenadas em câmara fria (10°C e 60% UR). **Determinação do teor de água (base úmida):** foi realizado em estufa a 105±3°C/24h (Brasil, 1992), utilizando-se duas amostras de 20 sementes, para cada lote. **Teste de germinação:** conduzido com quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em rolos de papel toalha (tipo Germitest) umedecidos com água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco e colocados para germinar a 27°C. As avaliações foram realizadas aos quatro e oito dias após a semeadura (Brasil, 1992). **Testes de Vigor - Primeira contagem de germinação:** considerou a porcentagem de plântulas normais avaliadas aos quatro dias no teste de germinação. **Emergência de plântulas em areia:** utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em caixas plásticas (28,5x18,5x10,0cm) contendo areia como substrato, semeadas a 2cm de profundidade. As irrigações foram feitas sempre que necessário, visando o fornecimento de água para a germinação das sementes e emergência das plântulas. Estas caixas foram mantidas em ambiente de laboratório sem controle da temperatura e da umidade relativa do ar. Determinou-se a porcentagem de emergência de plântulas aos oito dias após a semeadura. **Índice de velocidade de emergência:** no teste de emergência de plântulas, foram

efetuadas contagens diárias das plântulas emergidas a cada 24 horas, durante oito dias (Nakagawa, 1999). Foram consideradas como emergidas as plântulas cujos cotilédones afloraram à superfície da areia. O índice foi calculado conforme Maguire (1962). **Teste de condutividade elétrica (CE):** foram estudadas variações no volume de água (50 e 75mL), temperatura (20, 25 e 30°C) e período de embebição (1, 2, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas). Foram avaliadas quatro repetições de 50 sementes, fisicamente puras, pesadas com precisão de duas casas decimais (0,01g), colocadas para embeber em copos plásticos (200mL) e mantidas em câmara tipo BOD durante cada período de embebição. Após cada período de embebição, a condutividade elétrica da solução foi determinada por meio de leituras em condutivímetro DIGIMED, modelo 21, com os resultados expressos em mS.cm<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> de semente. À exceção dos fatores estudados, o teste foi conduzido conforme descrito por Hampton e TeKrony (1995) e Vieira e Krzyzanowski (1999). **Análise estatística:** na primeira etapa, os dados de germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência foram analisados segundo o delineamento inteiramente casualizado - DIC, com quatro repetições e a condutividade elétrica segundo o DIC, no esquema fatorial 4x8 (quatro lotes e oito períodos de embebição), com quatro repetições. Na segunda etapa do trabalho, adotou-se o mesmo procedimento com exceção do teste de condutividade elétrica que foi avaliado no esquema 5x2 (cinco lotes e dois períodos de embebição), com quatro repetições. A comparação das médias foi realizada por intermédio do teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro (Banzatto e Kronka, 1992).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados do teor de água (TA) das sementes (Tabela 1) foram semelhantes para os quatro lotes, com variação de até 1,3 pontos percentuais, inferior à amplitude máxima aceita que é de 1 a 2 pontos percentuais (Marcos Filho, 1999). Ainda na Tabela 1, observa-se que embora todos os lotes apresentassem germinação elevada, o lote 1 foi indicado como inferior aos demais, fato confirmado pelos testes de vigor (primeira contagem, porcentagem e velocidade de emergência de plântulas). Os lotes 2, 3 e 4 foram estatisticamente semelhantes.

Na primeira etapa do estudo, os resultados da condutividade elétrica (Tabelas 2 e 3) permitiram verificar, de maneira geral, que as diversas combinações de volume de

água (50 e 75mL) e temperatura (20, 25 e 30°C) apresentaram semelhança na distinção dos lotes em relação ao seu potencial fisiológico. Constatou-se que o lote 2 foi o mais vigoroso, o 4 de menor vigor e os lotes 1 e 3 intermediários.

Independentemente da combinação, quantidade de água e temperatura utilizadas, as informações fornecidas pelos resultados do teste de condutividade elétrica não confirmaram os resultados da avaliação inicial, quando determinou-se a porcentagem de germinação e o vigor por intermédio dos testes da primeira contagem, porcentagem e velocidade de emergência das plântulas (Tabela 1). Na avaliação inicial, o lote 1 foi considerado como de qualidade inferior em relação aos demais. Já o lote 4, classificado como de alto vigor na avaliação inicial (Tabela 1), foi considerado como o de menor vigor com base nos resultados da condutividade elétrica (Tabelas 2 e 3).

Estes resultados, de certo modo, confirmam dados obtidos para outras espécies, particularmente de hortaliças, em que o teste de condutividade elétrica não foi eficiente para a separação dos lotes de semente de cebola de alto e baixo vigor (Lima, 1993). Entretanto, Dias et al. (1998) concluíram que o teste de condutividade elétrica mostrou-se eficiente para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de feijão-de-vagem e quiabo. Para sementes de couve-flor, Matthews (1998) evidenciou a relação entre a perda de vigor de sementes, avaliada pelo teste de deterioração controlada, e os resultados do teste de condutividade elétrica.

A redução do volume de água, quando se mantiveram constantes os outros fatores (temperatura e período de embebição), estabeleceu relação direta com o aumento do valor da condutividade na solução de embebição (Tabelas 2 e 3).

**TABELA 1. Determinações iniciais (teor de água - TA, germinação - G, primeira contagem - PC, porcentagem de emergência de plântulas - EP e índice de velocidade de emergência de plântulas - ÍVE) para quatro lotes de sementes de abobrinha, cv. Menina Brasileira - Primeira etapa<sup>1</sup>.**

Lotes	TA	G	PC	EP	ÍVE
..... % .....					
1	6,5	94 b	88 b	90 b	7,81 b
2	6,9	97 ab	90 ab	95 a	8,71 a
3	7,8	99 a	97 a	96 a	8,90 a
4	7,7	99 a	93 a	95 a	8,67 a
CV(%)	-	2,20	2,55	2,45	4,14

<sup>1</sup>As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**TABELA 2. Resultados de condutividade elétrica ( $\hat{i}$  S.cm<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup>) de quatro lotes (primeira fase) de sementes de abobrinha, cv. Menina Brasileira, com volume de água para embebição de 50mL<sup>1</sup>.**

Lotes	Períodos de embebição (h)							
	1	2	4	8	12	16	20	24
20°C								
1	38,6 c	38,0 c	43,9 c	41,8 c	42,1 c	41,3 c	51,7 c	49,5 c
2	26,6 d	28,5 d	29,6 d	37,3 d	32,4 d	30,9 d	34,9 d	38,8 d
3	52,2 b	52,9 b	54,6 b	59,3 b	57,6 b	58,8 b	65,0 b	65,6 b
4	62,1 a	66,2 a	60,9 a	70,3 a	68,7 a	65,2 a	75,2 a	74,6 a
CV(%) = 4,81								
25°C								
1	39,3 b	43,7 c	44,2 c	48,3 c	47,3 c	55,0 c	54,4 c	54,7 c
2	32,8 c	33,5 d	37,1 d	39,5 d	42,5 c	43,1 d	45,4 d	53,7 c
3	57,5 a	59,5 b	63,6 b	66,8 b	64,8 b	71,1 b	76,7 b	76,6 b
4	60,6 a	67,8 a	71,9 a	77,6 a	73,2 a	85,0 a	85,0 a	86,5 a
CV(%) = 4,65								
30°C								
1	43,5 c	47,7 c	51,5 c	59,1 c	57,7 c	58,8 c	69,5 b	49,5 c
2	34,8 d	37,4 d	35,7 d	44,3 c	43,8 d	47,1 d	40,3 c	37,2 d
3	56,3 b	61,7 b	63,6 b	67,9 b	70,2 b	73,7 b	72,7 b	65,7 b
4	67,1 a	74,0 a	75,6 a	81,9 a	86,0 a	90,6 a	92,4 a	84,8 a
CV(%) = 5,08								

<sup>1</sup>As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, para cada temperatura, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**TABELA 3. Resultados de condutividade elétrica ( $\hat{i}$  S.cm<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup>) de quatro lotes (primeira fase) de sementes de abobrinha, cv. Menina Brasileira, com volume de água para embebição de 75mL<sup>1</sup>.**

Lotes	Períodos de embebição (h)							
	1	2	4	8	12	16	20	24
20°C								
1	26,3 b	23,9 b	27,6 c	30,8 c	31,2 c	31,9 c	31,4 c	31,0 c
2	22,2 b	19,2 b	20,5 d	24,1 d	22,9 d	25,5 d	23,7 d	30,6 c
3	32,8 a	38,0 a	35,8 b	38,2 b	39,3 b	38,9 b	42,2 b	40,9 b
4	37,0 a	40,0 a	43,3 a	45,0 a	51,4 a	50,3 a	51,2 a	52,2 a
CV(%) = 8,16								
25°C								
1	26,9 a	28,3 a	30,7 a	29,2 a	32,4 a	32,4 a	33,5 a	33,2 a
2	19,7 a	21,2 a	21,0 a	23,4 a	27,6 a	27,7 a	27,3 a	27,3 a
3	35,6 a	39,6 a	40,0 a	41,9 a	41,4 a	42,9 a	42,8 a	45,6 a
4	42,6 a	42,2 a	47,9 a	44,9 a	50,4 a	51,5 a	50,3 a	54,1 a
CV(%) = 6,34								
30°C								
1	30,8 c	28,9 c	33,1 c	36,2 c	39,2 c	40,9 c	39,3 c	35,9 c
2	24,3 d	24,9 c	27,4 d	28,1 d	30,8 d	30,7 d	29,1 d	29,3 d
3	41,4 b	43,1 b	45,0 b	46,1 b	47,4 b	46,6 b	46,2 b	47,1 b
4	46,9 a	49,8 a	52,5 a	51,8 a	60,5 a	58,4 a	59,9 a	61,2 a
CV(%) = 6,61								

<sup>1</sup>As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, para cada temperatura, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de.

Essa constatação foi identificada nos diferentes procedimentos estudados. O valor da condutividade, no menor volume de água, foi superior aos tratamentos com maior volume, indicando maior concentração de lixiviados no menor volume

de água de embebição. Resultados semelhantes foram obtidos por Loeffler et al. (1988). Verificou-se que a elevação da temperatura de 20°C para 25°C ou 30°C, proporcionou aumento na lixiviação dos exsudatos, porém manteve a

classificação dos lotes e o acréscimo dos lixiviados durante os períodos de embebição (Tabelas 2 e 3).

Para Hampton e TeKrony (1995), a temperatura de 20°C ainda é a mais utilizada para o teste de condutividade elétrica. Porém, considerando os efeitos das temperaturas de embebição e de avaliação, recomenda-se o uso de 25°C, por ser esta temperatura mais encontrada nas condições ambientais dos Laboratórios de Análise de Sementes, ou seja, essa temperatura está, normalmente, mais próxima das condições internas, do que as de 20 e 30°C (Vieira, 1994; Vieira e Krzyzanowski, 1999), particularmente em regiões tropicais e subtropicais, como o Brasil.

As várias combinações, volume de água/temperatura/período de embebição, indicaram, no geral, aumento progressivo das leituras no intervalo de 1 a 24 horas (Tabelas 2 e 3). Verificou-se que, com 60 minutos de embebição, todos os tratamentos apresentaram significativa lixiviação, permitindo classificação dos lotes quanto ao potencial fisiológico. 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 couve-flor, cebola, cenoura e quiabo (Dias et al., 1996; 1998), de tomate (Rodo et al., 1998) e de maxixe (Torres et al., 1998), cujos valores indicaram elevada lixiviação durante períodos de 3 a 4 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 ordenação dos lotes em diferentes níveis de vigor (Tabelas 2 e 3). Em função dos resultados obtidos na primeira etapa, foi conduzida a segunda para estudar e confirmar tais dados, adotando-se assim, a temperatura de 30°C, dois volumes de água (50 e 75mL) e dois períodos de embebição (8 e 24 horas), para cinco outros lotes (5 a 9) e mantendo 50 sementes por repetição.

Na avaliação inicial (Tabela 4), verificou-se que não houve diferença de qualidade entre os cinco lotes de sementes de abobrinha analisados por meio dos testes de germinação e de vigor (primeira contagem de germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência).

Para os períodos de 8 e 24 horas de embebição (Tabela 5) ocorreu similaridade da ordenação dos lotes demonstrando

**TABELA 4. Determinações iniciais (teor de água - TA, germinação - G, primeira contagem - PC, percentagem de emergência de plântulas - EP e índice de velocidade de emergência de plântulas - IVE) para cinco lotes de sementes de abobrinha, cv. Menina Brasileira, segunda etapa<sup>1</sup>.**

Lotes	TA	G	PC	EP	IVE
	.....%.....				
5	6,7	99 a	98 a	99 a	9,19 a
6	6,3	97 a	92 a	96 a	9,22 a
7	7,5	98 a	95 a	98 a	9,16 a
8	7,2	97 a	94 a	97 a	8,94 a
9	6,4	99 a	95 a	98 a	9,19 a
CV(%)	-	1,99	3,43	2,58	3,36

<sup>1</sup>As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**TABELA 5. Resultados de condutividade elétrica ( $i$  S.cm<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup>) de cinco lotes (segunda etapa) de sementes de abobrinha, cv. Menina Brasileira, sob temperatura de 30°C<sup>1</sup>.**

Lotes	Períodos de embebição	
	8h	24h
	50mL	
5	78,1 b	93,5 a
6	51,8 d	56,5 d
7	84,1 a	95,3 a
8	65,5 c	65,3 c
9	73,0 b	75,6 b
CV(%) = 3,44		
	75mL	
5	53,5 b	60,9 b
6	34,5 e	36,3 e
7	59,4 a	67,2 a
8	40,8 d	44,4 d
9	46,4 c	50,6 c
CV(%) = 4,12		

<sup>1</sup>As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, para cada volume de embebição, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

desta forma, a possibilidade de redução no período de condicionamento das sementes de abobrinha, sem prejuízo para confiabilidade dos resultados. A combinação 50 sementes embebidas em 75mL de água deionizada a 30°C possibilitou a classificação dos lotes em três níveis de vigor. Assim, o lote 6 foi considerado como o mais vigoroso; os lotes 5 e 7 os de qualidade inferior e os lotes 8 e 9 com vigor intermediário.

Em trabalhos realizados com sementes de tomate (Sá, 1999), quiabo (Dias et al., 1998); melão (Torres, 2002) e brócolos (Martins et al., 2002), os autores observaram que é possível reduzir o período de embebição para sementes de hortaliças em relação às 24 horas indicadas.

## CONCLUSÃO

O teste de condutividade elétrica para sementes de abobrinha, deve ser conduzido em 75mL de água, com período de embebição de oito horas, a 30°C.

## AGRADECIMENTO

À empresa Sakata Seed Sudamerica Ltda, pelo fornecimento das sementes.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed Vigor Testing Handbook. Lincoln. 2002. 105p. (Contribution 32).
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1992. 247p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 424p.
- DIAS, D.C.F.S.; VIEIRA, A.N.; BHÉRING, M.C. Estudo dos testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças. I. Couve-flor, cebola e cenoura. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15., 1996, Gramado. **Anais...** Gramado: CESM FELAS, 1996. p.28.
- 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**, Brasília, v.20, n.2, p.408-413, 1998.
- HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigor test methods**. Zürich: ISTA, 1995. 117p.
- HEPBURN, H.A.; POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Problems associated with the routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.12, n.3, p.403-13, 1984.
- LIMA, D. **Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa* L.)**. 1993. 61f. (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1993.
- LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, B.D. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.12, n.1, p.37-53, 1988.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.1-24.
- MARTINS, C.C.; MARTINELLI-SENEME, A.; CASTRO, M.M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L.var. *italica* PLENK). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p.96-101, 2002.
- MATTHEWS, S. Approaches to the indirect evaluation of germination and vigour. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.spe., p.62-66, 1998.
- MURPHY, J.B.; NOLAND, T.L. Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, Stanford, v.69, n.2, p.428-431, 1982.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.2, p.1-24.
- NASCIMENTO, W.M. A importância da qualidade de sementes olerícolas. **A lavoura**, Rio de Janeiro, p.38-39, 1994.
- PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.525-531, 2001.
- POWELL, A.A. Cell membranes and seed leakage conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal Seed Technology**, Spring field, v.10, n.2, p.81-100, 1986.
- RODO, A.B.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; SAMPAIO, N.V. Teste de condutividade elétrica em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.29-38, 1998.
- SÁ, M.E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.13-19, 1999.
- TORRES, S.B. Comparação entre diferentes testes de vigor e a correlação com a emergência no campo de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.65-69, 1998.
- TORRES, S.B. **Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão**. 2002. 103f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.
- 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.
- VIEIRA, R.D.; PAIVA-AGUERO, J.A.; PERECIN, D. Electrical conductivity and field performance of soybean seeds. **Seed Technology**, Lincoln, v.21, n.1, p.15-24, 1999a.
- VIEIRA, R.D.; PAIVA-AGUERO, J.A.; PERECIN, D.; BITTENCOURT, S.R.M. Correlation of electrical conductivity and other vigor tests with field emergence of soybean seedlings. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.27, n.1, p.67-75, 1999b.

