

TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE CEBOLA¹

DENISE CUNHA FERNANDES DOS SANTOS DIAS², MARIA CARMEN BHERING³, DAI TOKUHISA⁴, PAULO CESAR HILST⁴

RESUMO – O teste de condutividade elétrica tem potencial para ser utilizado no controle de qualidade de sementes de hortaliças. No entanto, há fatores que podem afetar os resultados, sendo necessários ajustes na metodologia para obtenção de informações consistentes. O trabalho objetivou avaliar o efeito do teor de água das sementes, volume de água e período de embebição na sensibilidade do teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de cebola, cultivar Baía Periforme. A condutividade elétrica foi avaliada após 2, 4, 6, 8, 24 e 48 horas de embebição, utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes, com teores de água de 10, 15 e 20%, imersas em 25 e 50mL de água, a 25°C. Também foram conduzidos os testes de germinação, primeira contagem de germinação, deterioração controlada, germinação a baixa temperatura e emergência das plântulas em substrato comercial, visando verificar a consistência das informações obtidas. O teste de condutividade elétrica foi eficiente para a avaliação do vigor de sementes de cebola, mas os períodos mais curtos (2 a 8 horas) de embebição não permitiram diferenciar os lotes. Para se obter melhor estratificação dos lotes em níveis de vigor, recomenda-se utilizar sementes com teor de água de 10% e avaliar a condutividade elétrica após 24 horas de embebição, independentemente do volume de água utilizado (25 ou 50mL).

Termos para indexação: *Allium cepa*, potencial fisiológico, lixiviação.

ELECTRICAL CONDUCTIVITY TEST TO EVALUATE ONION SEED VIGOR

ABSTRACT – The electrical conductivity test has potential for use in vegetable seed quality control programs. However, as some factors can affect the results, procedure tests must be defined to produce consistent results. This study aimed to evaluate the effect of seed moisture content, water volume and imbibition period on the efficiency of the electrical conductivity test to evaluate onion seed vigor. The physiological quality of the seeds was evaluated by the germination test, first count, controlled deterioration, cool germination and seedling emergence in commercial substratum. Electrical conductivity tests were determined at 2, 4, 6, 8, 24 and 48 hours imbibition, using four subsamples of 50 seeds of 10, 15 and 20% moisture content, soaked in 25 and 50mL water, at 25°C. It was concluded that the electrical conductivity test was efficient for vigor evaluation of onion seeds, but the shorter imbibition periods (up to 8 hours) were not sensitive to identify the seed vigor level. Seeds of 10% moisture content soaked in 25 or 50mL water for 24 hours provided the most accurate separation of lots in different vigor levels.

Index terms: *Allium cepa*, physiological potential, leakage.

¹Submetido em 25/08/2004. Aceito para publicação em 06/06/2005.

² Prof. do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa – UFV, 36571-000 – Viçosa – MG, dcdias@ufv.br;

³ Eng. Agr., M.S., Departamento de Fitotecnia da UFV, 36571-000 – Viçosa – MG;

⁴ Estudante de Agronomia da UFV, 36571-000 – Viçosa – MG.

INTRODUÇÃO

A utilização de sementes de alta qualidade é fundamental para o estabelecimento de populações adequadas em campo. Para uma análise completa da qualidade de sementes, há necessidade de se complementar as informações fornecidas pelo teste de germinação com testes de vigor, os quais possibilitam selecionar os melhores lotes para comercialização. Dentro deste contexto, a utilização de métodos rápidos, confiáveis e de fácil execução é fundamental para a avaliação do potencial fisiológico das sementes, por agilizar as tomadas de decisões referentes ao manejo dos lotes.

Dentre os testes rápidos, o de condutividade elétrica tem sido bastante utilizado para a avaliação do vigor das sementes (Tekrony, 1983; Hampton, 1992) com resultados consistentes, principalmente para sementes de ervilha (Hampton e Tekrony, 1995), milho (Vieira et al., 1995; Fagioli, 1997) e soja (Marcos Filho et al., 1982; Marcos Filho et al., 1990; Dias e Marcos Filho, 1996a, 1996b; Vieira et al., 1999).

A maioria dos estudos sobre o teste de condutividade elétrica tem sido realizada com espécies de sementes relativamente grandes (ISTA, 1995). Em sementes menores, como as das hortaliças, há necessidade de ajustar a metodologia para se obterem informações confiáveis, já que diversos fatores podem interferir nos resultados (Tao, 1978). Dentre estes fatores destacam-se: características e tamanho da semente (Tao, 1978; Deswal e Sheoran, 1993), número de sementes avaliadas (Hampton et al., 1994; Loeffler et al., 1988; Dias e Marcos Filho, 1996a, Panobianco, 2000), ocorrência de danificações nas sementes (Tao, 1978), genótipo (Panobianco e Vieira, 1996; Vanzolini e Nakagawa, 1999; Rodo, 2002), tratamento químico da semente (Loeffler et al., 1988; Zang e Hampton, 1999), além da temperatura durante a embebição (Givelberg et al., 1984; Panobianco, 2000), quantidade de água (Tao, 1978; Loeffler et al., 1988; Hampton et al., 1994; Rodo et al., 1998; Panobianco, 2000; Rodo, 2002), período de embebição (Loeffler et al., 1988; Dias e Marcos Filho, 1996b; Rodo et al., 1998; Panobianco, 2000; Rodo, 2002) e teor de água das sementes (Tao, 1978; Loeffler et al., 1988, Hampton et al. 1994; Vanzolini e Nakagawa, 1999; Vieira et al., 2002).

Algumas pesquisas têm evidenciado o efeito do genótipo, dentro de uma mesma espécie, sobre os resultados de condutividade elétrica. Em sementes de tomate, Panobianco (2000) atribuiu este efeito à características do embrião dos híbridos estudados, enquanto em cebola, parece ser devido à características do tegumento das sementes, conforme

sugerido por Rodo (2002).

O período de embebição das sementes tem efeito decisivo na capacidade do teste permitir distinguir diferenças de qualidade entre lotes. Tradicionalmente, o teste de condutividade elétrica tem sido conduzido com 24 horas de imersão das sementes em água, embora mais recentemente vários trabalhos tenham indicado a possibilidade de utilização de períodos mais curtos. Loeffler et al. (1988) verificaram que períodos menores de embebição diferenciaram lotes de sementes de soja com níveis extremos de vigor; no entanto, para maior sensibilidade na avaliação do vigor períodos mais longos foram os mais indicados.

No caso de sementes de hortaliças, alguns resultados de pesquisa indicaram que o tempo de embebição pode ser reduzido. Andrade et al. (1995) obtiveram resultados confiáveis após a embebição das sementes de cenoura por 30 minutos e por quatro horas. Em repolho, Loomis e Smith (1980) consideraram que o período de 4 horas de embebição foi adequado para distinguir lotes de alto e baixo vigor de sementes alface (Guimarães et al., 1993) e para identificar o lote de sementes de quiabo de melhor desempenho (Dias et al., 1998). Krishnasamy e Ramarajpalaniappan (1989) verificaram que o período de quatro horas proporcionou informações mais consistentes, enquanto Sá (1999), também em sementes de tomate, considerou a possibilidade de redução do tempo de embebição de 24 para 6 horas. Em sementes de pimentão, Roveri-José et al. (2001) verificaram que o teste de condutividade elétrica, com embebição de seis a 24 horas, não permitiu a separação dos lotes de modo similar ao observado nos demais testes de vigor utilizados. Para Deswal e Sheoran (1993), a liberação de eletrólitos de sementes pequenas é pouco expressiva, não permitindo detectar diferenças significativas entre a sua qualidade fisiológica. Em sementes de cebola, Lima (1993) não obteve resultados promissores com este teste em avaliações feitas após quatro e 24 horas de embebição. Da mesma forma, Rodo (2002), testando vários procedimentos para a condução do teste, verificou que não foi possível indicar, de maneira confiável, o procedimento mais adequado para identificar o potencial fisiológico dos lotes das duas cultivares avaliadas. Por outro lado, Piana et al. (1995) e Torres (1998) consideraram que o período de 24 horas proporcionou informações seguras sobre o potencial fisiológico dos lotes.

Além do período de embebição, outro fator importante que pode afetar os resultados do teste é o teor de água das sementes. Tao (1978) obteve valores de condutividade semelhantes utilizando sementes de soja com graus de umidade

de 13, 15 e 19,5%, observando aumento significativo nas leituras quando o grau de umidade foi inferior a 8,8%, o que levou o autor a recomendar a condução do teste com sementes com umidade superior a 13%. Loeffler et al. (1988) também observaram aumento na condutividade elétrica de sementes de soja com grau de umidade inferior a 11%, sendo que as variações observadas para teores de água entre 11 e 18% foram pouco expressivas. Resultados semelhantes foram obtidos por Hampton et al. (1992) com soja e feijão-mungo, onde os valores de condutividade aumentaram quando o grau de umidade das sementes foi inferior a 10%.

Assim, é importante considerar que as sementes de cebola geralmente são colhidas com teores de água entre 15 e 20% e comercializadas com teores de água inferiores a 10%, em embalagens herméticas; portanto, podem apresentar diferenças no teor de água dos lotes, dependendo da época de realização do teste, com interferência nos resultados do teste de condutividade elétrica.

A pesquisa objetivou avaliar, em sementes de cebola, os efeitos do teor de água das sementes, do volume de água e do período de embebição nos valores de condutividade elétrica e verificar a eficiência deste teste para a avaliação do vigor das sementes.

MATERIALE MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, MG. Utilizaram-se quatro lotes de sementes de cebola, cultivar Baia Periforme, submetidos aos seguintes testes e determinações:

Grau de umidade: realizado em estufa a 105°C durante 24 horas, utilizando-se duas subamostras para cada lote (Brasil, 1992).

Emergência de plântulas: conduzido em bandejas plásticas contendo substrato comercial. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em sulcos com 1cm de profundidade e distantes 2 cm entre si. O substrato foi umedecido sempre que necessário e a avaliação final das plântulas foi realizada aos 12 dias após a semeadura.

Germinação: quatro subamostras de 50 sementes foram distribuídas sobre três folhas de papel germitest umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, em caixas plásticas gerbox e mantidas em germinador a 20°C. Foram realizadas duas contagens, aos seis e 12 dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 1992).

Primeira contagem de germinação: realizada aproveitando o teste de germinação, mediante o registro das porcentagens de plântulas normais, no sexto dia após a semeadura.

Germinação a baixa temperatura: adotou-se a metodologia recomendada pela AOSA (1983) e descrita por Dias e Alvarenga (1999), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes e seguindo-se o procedimento adotado para o teste de germinação. O papel germitest utilizado para a semeadura foi umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso, sendo mantido a 15°C, por 24 horas, antes de se iniciar o teste, para que as sementes iniciassem o processo de embebição na temperatura recomendada (15°C). Após a semeadura, as sementes foram mantidas, por sete dias, em incubadora BOD regulada a 15°C. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas que apresentaram comprimento maior ou igual a 2,0 cm.

Deterioração controlada: seguiu-se a metodologia descrita por Matthews e Powell (1981) com modificações. Inicialmente o grau de umidade das sementes foi elevado para 19%; para tanto, as sementes foram distribuídas sobre papel toalha umedecido e mantidas em germinador a 20°C, monitorando-se o grau de umidade das sementes por meio de pesagens sucessivas até obtenção dos valores desejados. Em seguida, cada amostra foi colocada em recipientes aluminizados, hermeticamente fechados, mantidos por 16 horas em refrigerador (5-8°C) e transferidos para banho maria a 45°C, durante 24 horas (Powell e Matthews, 1984). Posteriormente, os recipientes foram imersos rapidamente em água fria para reduzir e uniformizar a temperatura, sendo realizada, em seguida, a semeadura, utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes por lote. Aos oito dias após a semeadura determinou-se a porcentagem média de plântulas normais para cada lote.

Condutividade elétrica: inicialmente, cada lote foi dividido em três porções, sendo uma delas mantida com grau de umidade original (10%), enquanto as sementes das outras duas porções tiveram seus graus de umidade ajustados para 15 e 20%, utilizando-se o método descrito para o teste de deterioração controlada. Para a avaliação da condutividade elétrica, foi empregado o método de massa (AOSA, 1983), utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes previamente pesadas, imersas em 25 ou 50mL de água destilada, permanecendo em incubadora BOD, a 25°C por 2, 4, 6, 8, 24 e 48 horas (Rodo, 2002). Após cada período, realizou-se leitura da condutividade elétrica em condutivímetro, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de semente.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados obtidos nos testes de condutividade elétrica foram analisados em esquema fatorial 4 x 3 x 2 x 7 (4 lotes, 3 teores de água, 2 volumes de água e 7 períodos de embebição) realizando-se a comparação entre as médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela Tabela 1, verifica-se que não houve diferença significativa entre a germinação dos quatro lotes. Já pela primeira contagem do teste de germinação, observa-se melhor desempenho para o lote 4, seguido pelos lotes 1 e 3, sendo que menor vigor foi constatado para as sementes do lote 2. Este lote também foi significativamente inferior aos demais pelos testes de deterioração controlada e de emergência de plântulas em substrato comercial. Nota-se ainda, que no teste de germinação a baixa temperatura, o lote 4 foi superior aos lotes 2 e 3, o que não havia sido constatado pelos resultados de emergência de plântulas e de deterioração controlada. Assim, de modo geral, observa-se que na maioria dos testes empregados houve concordância quanto ao alto vigor do lote 4 e ao menor vigor do lote 2. Vale ressaltar que, pelos testes de deterioração controlada e de emergência das plântulas foi possível apenas constatar o menor vigor das sementes do lote 2, enquanto pelo teste de germinação a baixa temperatura foi possível estratificar os lotes em pelo menos três níveis de potencial fisiológico, ou seja, alto vigor para o lote 4, vigor intermediário para o lote 1 e menor vigor para os lotes 2 e 3. Portanto, a estratificação mais ampla dos lotes em níveis de vigor foi obtida nos testes de primeira contagem de germinação e de germinação a baixa temperatura.

Pelo teste de condutividade elétrica em sementes com 10% de água e utilizando-se 25mL de água (Tabela 2), verifica-se que os períodos de duas e oito horas de embebição não permitiram detectar diferenças significativas no potencial fisiológico dos lotes. Após quatro e seis horas de embebição, os maiores valores de condutividade elétrica foram obtidos

para o lote 3, não diferindo significativamente do lote 2, no período de quatro horas, e dos lotes 1 e 2 nas leituras feitas com seis horas de embebição. Já após 24 e 48 horas de embebição, menor potencial fisiológico foi observado para as sementes dos lotes 1, 2 e 3, enquanto o maior vigor foi verificado para o lote 4, embora este não tenha diferido significativamente dos lotes 1 e 3, no período de 24 horas e do lote 3 no período de 48 horas. Em geral, nas primeiras horas de embebição não foi possível detectar diferenças expressivas entre os lotes, mas com o decorrer deste processo, observa-se que o pior desempenho do lote 2 foi se tornando mais nítido, o mesmo ocorrendo com a superioridade do lote 4, principalmente nos períodos mais longos de embebição (24 e 48 horas). Portanto, estes períodos forneceram informações consistentes sobre o potencial de desempenho dos lotes quando comparadas aos resultados dos demais testes de vigor (Tabela 1). É importante ressaltar também que, pelos resultados obtidos nos testes conduzidos, o lote 2 foi classificado como o de pior qualidade. Rodo (2002), testando diferentes procedimentos para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes de cebola, verificou que o teste apresentou eficiência variável em função do cultivar avaliado, sendo que para uma das cultivares estudadas, o teste proporcionou informações totalmente distintas das observadas nos testes de classificação do vigor de plântulas e emergência das plântulas em campo.

Quando foram utilizadas sementes com teor de água de 15% embebidas em 25mL de água (Tabela 2), não foi possível classificar os lotes em níveis de vigor, enquanto que com 50mL de água (Tabela 3), apenas nos períodos de 24 e 48 horas foi possível identificar o maior vigor do lote 4 em relação aos demais. Nota-se que as sementes deste lote apresentaram os menores valores de condutividade em todos os períodos avaliados, diferenciando-se dos demais lotes com maior nitidez nos períodos mais longos.

Para as sementes com grau de umidade de 20%, imersas em 25mL de água (Tabela 2), verifica-se, após quatro e seis horas, maior e menor vigor para os lotes 4 e 3,

TABELA 1. Caracterização da qualidade de quatro lotes de sementes de cebola pelos testes de germinação (GERM), primeira contagem de germinação (PC), deterioração controlada (DC), germinação a baixa temperatura (GTB) e emergência de plântulas (EMERG)

Lotes	GERM (%)	PC (%)	DC (%)	GTB (%)	EMERG (%)
1	91 A	42 B	74 A	82 AB	74 A
2	82 A	16 C	44 B	62 B	44 B
3	88 A	54 B	78 A	61 B	78 A
4	90 A	69 A	77 A	87 A	77 A
CV (%)	5,46	15,42	9,62	10,1	6,33

TABELA 2. Valores médios da condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de quatro lotes de sementes de cebola com graus de umidade de 10, 15 e 20% imersas em 25mL de água, após diferentes períodos de embebição

Grau de umidade (10%)												
Períodos de embebição (h)												
Lotes	2		4		6		8		24		48	
1	161,4	A	209,8	A	245,2	AB	273,0	A	439,8	AB	519,3	B
2	160,7	A	218,5	AB	263,7	AB	296,9	A	468,4	B	558,1	B
3	173,1	A	236,0	B	272,7	B	297,5	A	437,1	AB	495,2	AB
4	158,8	A	208,1	A	239,2	A	264,2	A	382,1	A	439,1	A
CV(%)	5,73		5,62		5,79		5,62		7,10		7,17	
Grau de umidade (15%)												
Períodos de embebição (h)												
Lotes	2		4		6		8		24		48	
1	151,8	A	211,9	A	221,2	A	252,8	A	408,9	A	513,0	A
2	148,3	A	208,8	A	227,0	A	258,7	A	420,7	A	514,8	A
3	154,8	A	204,3	A	221,6	A	241,5	A	384,0	A	483,8	A
4	159,4	A	208,7	A	221,3	A	246,2	A	386,7	A	467,2	A
CV(%)	6,84		6,02		6,01		5,13		6,65		9,81	
Grau de umidade (20%)												
Períodos de embebição (h)												
Lotes	2		4		6		8		24		48	
1	172,0	A	216,8	AB	241,4	AB	259,0	AB	446,4	B	605,6	A
2	170,4	A	215,0	AB	248,9	B	272,0	B	463,3	B	602,8	A
3	186,8	A	222,5	B	249,4	B	268,4	B	414,6	AB	534,1	A
4	162,2	A	191,9	A	216,5	A	231,4	A	365,2	A	443,7	A
CV(%)	7,13		5,99		6,21		6,14		7,77		14,59	

Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P>5\%$).

respectivamente, permanecendo os lotes 1 e 2 em posição intermediária. A separação dos lotes em níveis de vigor obtida nos períodos de oito e 24 horas foi semelhante, havendo concordância quanto ao maior vigor do lote 4 que não diferiu do lote 1 no período de oito horas e do lote 3 no de 24 horas. Nos períodos mais curto e mais longo, ou seja, após duas e 48 horas, respectivamente, não houve diferença significativa entre os lotes. É importante ressaltar que, o coeficiente de variação referente ao período de 48 horas foi superior aos dos demais períodos, contribuindo para que a diferença de $161,9\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ entre os lotes 1 e 4 não fosse significativa. Observa-se que, inicialmente, os quatro lotes apresentaram valores de condutividade semelhantes; no entanto, com o decorrer da embebição, ocorreu menor lixiviação para as sementes do lote 4. A partir de 24 horas de embebição, verificou-se menor condutividade para o lote 4, seguido pelo lote 3, com maior lixiviação para os lotes 1 e 2.

Para as sementes com teor de água de 10% imersas em 50mL de água, (Tabela 3), diferenças significativas entre os lotes só foram observadas a partir de seis horas de embebição. De modo geral, nos períodos de oito e 24 horas, destacaram-se as sementes dos lotes 4 e 2 como de maior e menor potencial fisiológico, respectivamente, sendo as sementes dos lotes 1 e

3 de qualidade intermediária.

Os resultados obtidos para as sementes com teor de água de 20% imersas em 50mL de água (Tabela 3) mostraram que só foi possível classificar os lotes quanto ao vigor a partir de oito horas de embebição, ocorrendo algumas alterações na ordenação dos mesmos em função do período de embebição. Verifica-se ainda, que a tendência para a classificação dos lotes obtida com 24 horas foi mantida no período de 48 horas, apenas com a observação de que, neste período, os lotes 1, 2 e 3 foram significativamente semelhantes.

Embora não tenha havido efeito significativo do grau de umidade das sementes sobre as informações fornecidas pelo teste de condutividade elétrica, a análise geral dos resultados indica que, quando foram utilizadas sementes com grau de umidade de 15%, apenas no volume de água de 50mL, nos períodos de 24 e 48 horas, foi possível detectar a superioridade do lote 4 em relação aos demais. Por outro lado, quando o teste foi conduzido com sementes com grau de umidade de 10 ou 20% foi possível estratificar os lotes em três níveis de vigor à semelhança do que foi observado nos resultados de primeira contagem de germinação e germinação a baixa temperatura (Tabela 1). Estes resultados indicam, portanto, que o teste de condutividade elétrica pode ser utilizado nas

TABELA 3. Valores médios da condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de quatro lotes de sementes de cebola com graus de umidade de 10, 15 e 20% imersas em 50mL de água, após diferentes períodos de embebição

Grau de umidade (10%)												
Períodos de embebição (h)												
Lotes	2		4		6		8		24		48	
1	95,9	A	113,9	A	130,2	B	143,9	AB	212,4	BC	259,8	A
2	99,5	A	111,8	A	126,5	AB	144,0	B	226,4	C	290,0	B
3	101,4	A	105,0	A	120,9	AB	134,1	AB	202,3	AB	255,1	A
4	92,2	A	97,8	A	110,0	A	121,6	A	189,4	A	235,2	A
CV(%)	4,88		7,40		7,78		7,82		5,25		4,98	
Grau de umidade (15%)												
Períodos de embebição (h)												
Lotes	2		4		6		8		24		48	
1	87,1	A	112,1	A	120,0	A	131,5	A	203,3	A	285,1	A
2	88,3	A	109,9	A	118,4	A	131,3	A	202,5	A	275,9	A
3	88,8	A	114,6	A	121,7	A	130,6	A	191,1	A	268,1	A
4	78,1	A	102,1	A	109,0	A	117,9	A	172,7	B	239,9	B
CV(%)	6,04		5,46		5,90		5,49		4,17		4,34	
Grau de umidade (20%)												
Períodos de embebição (h)												
Lotes	2		4		6		8		24		48	
1	77,2	A	99,5	A	99,5	A	134,2	B	193,6	AB	239,3	AB
2	72,8	A	99,2	A	99,2	A	127,1	AB	199,5	B	252,1	B
3	70,6	A	89,3	A	88,5	A	112,7	A	168,3	A	216,0	AB
4	69,5	A	88,5	A	89,3	A	111,4	A	167,3	A	211,4	A
CV(%)	7,20		6,98		6,69		6,46		7,25		8,18	

Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P>5\%$).

empresas para o controle de qualidade interno, sendo útil para fornecer informações rápidas sobre o potencial fisiológico das sementes logo após a colheita, quando apresentam teores de água de 15 a 20%, e após o processamento, com teores de água de aproximadamente 10%. É importante destacar, contudo, que para sementes com 15% de água, há necessidade de se ajustar a metodologia utilizando-se 50mL de água e o período de 24 horas.

Os procedimentos que envolveram o uso de 25mL de água só permitiram classificar os lotes quanto ao vigor quando foram utilizadas sementes com grau de umidade de 10 e 20%, ao contrário do que ocorreu para os procedimentos com 50mL de água. No entanto, embora todos os testes envolvendo o uso de 50mL de água e períodos superiores a oito horas de embebição tenham permitido destacar os lotes de melhor e pior desempenho, o procedimento que conduziu à maior sensibilidade do teste foi com sementes com umidade de 10% após 24 horas de embebição. Portanto, maior estratificação da classificação dos lotes quanto ao vigor ocorreu para as sementes com umidade de 10% após 24 horas de embebição, independente do volume de água utilizado (25 ou 50mL). De

modo geral, os períodos de embebição mais curtos (duas e quatro horas) e o mais longo (48 horas) não permitiram a separação dos lotes em níveis de vigor para todos os graus de umidade testados, não se constituindo, portanto, em opções adequadas para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes de cebola. Rodo (2002) constatou significativa liberação de eletrólitos durante as primeiras horas de embebição de sementes de cebola, o que permitiu classificar os lotes da cultivar Petrolina de modo semelhante ao observado no teste de emergência de plântulas em campo. Para espécies de sementes consideradas pequenas, como a maioria das hortaliças, o período de embebição para a condução do teste pode ser reduzido. Pesquisas realizadas com sementes de alface (Guimarães et al., 1993), cenoura (Andrade et al., 1995), tomate (Rodo et al., 1998; Sá, 1999) e cebola (Rodo, 2002) mostraram resultados promissores em avaliações feitas após quatro horas de embebição. Em contrapartida, no presente trabalho, em geral, o período mais eficiente para a classificação dos lotes em níveis de desempenho foi o de 24 horas, apresentando algumas alterações na ordenação dos lotes em função do grau de umidade das sementes e do volume de

água utilizado para a condução do teste. Nota-se, neste período, que apenas nos testes conduzidos com 25mL de água em sementes com grau de umidade de 15%, não foi possível separar os lotes em níveis de vigor. Lima (1993) não obteve resultados confiáveis em avaliações realizadas após quatro e 24 horas de embebição. Por outro lado, Piana et al. (1995) e Torres (1998), também trabalhando com sementes de cebola, observaram que o período de 24 horas de embebição proporcionou informações consistentes. Em pimentão, Roveri-José et al. (2001) verificaram, após períodos mais longos de embebição, tendência de concentrar os valores de condutividade, sendo necessários estudos que envolvam períodos inferiores a seis horas, para permitir melhor diferenciação entre os lotes, diferentemente do que foi observado no presente trabalho para as sementes de cebola.

Verifica-se, ainda, que independente do volume de água utilizado e do grau de umidade das sementes houve aumento da quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes com o decorrer da embebição (Tabelas 2 e 3), fato também constatado por Rodo (2002). É importante ressaltar que, as equações de regressão ajustadas (dados não apresentados) para cada lote, volume de água e grau de umidade foram lineares, com coeficientes de determinação (r^2) variando de 0,93 a 0,99, indicando que as sementes dos quatro lotes apresentaram respostas lineares e crescentes para o teste de condutividade elétrica, ao longo dos períodos de embebição.

Comparando os resultados de condutividade elétrica (Tabelas 2 e 3) com os obtidos nos demais testes de avaliação do potencial fisiológico (Tabela 1), verifica-se coerência entre a condutividade elétrica de sementes com grau de umidade de 10% após 24 horas de embebição em 50mL de água e a germinação na primeira contagem, principalmente quanto ao menor e maior vigor das sementes dos lotes 2 e 4, respectivamente. Nota-se que classificação semelhante a esta também foi observada após 24 horas, em 25mL de água, nas sementes com grau de umidade de 10%. Assim, informações consistentes sobre o potencial fisiológico dos lotes foram obtidas nos testes conduzidos com sementes com grau de umidade de 10% após 24 horas de embebição, independente do volume de água utilizado (25 ou 50 mL). Verifica-se, portanto, que ajustes na metodologia do teste de condutividade são importantes para obtenção de resultados consistentes. Resultados obtidos por Rodo (2002) indicaram que o teste de condutividade elétrica, devido à possibilidade de obtenção rápida de informações em apenas quatro horas de embebição, seria de grande interesse na avaliação do vigor de sementes de cebola; porém, a eficiência do teste variou em função da

cultivar avaliada, fornecendo informações mais consistentes para a cultivar Petrolina em relação ao Aurora, o que levou o autor a sugerir que estudos adicionais fossem realizados para esta espécie. A obtenção de resultados discrepantes no teste de condutividade elétrica, dentro de mesma espécie, pode estar associada às características do tegumento da semente, que pode variar conforme o genótipo. Piana et al. (1995), utilizando diferentes testes de vigor em sementes de cebola 'Pira Ouro', verificaram que o teste de condutividade elétrica (50 sementes imersas em 25mL de água por 24 horas) foi o que menos se correlacionou com a emergência das plântulas em campo. Em contrapartida, Torres (1998), empregando 25 sementes imersas em 75mL de água por 24 horas, obteve-se separação eficiente dos lotes de cebola 'IPA-6' em níveis de vigor. Verifica-se, no presente trabalho, que o teste de condutividade elétrica foi eficiente para a avaliação do potencial fisiológico dos lotes da cultivar Baía Perifome, utilizando-se tanto 25 como 50mL de água, nas avaliações feitas após 24 horas de embebição em sementes com grau de umidade de 10 e 20%, sendo que maior estratificação dos lotes em níveis de vigor ocorreu para as sementes com 10% de umidade.

CONCLUSÕES

No teste de condutividade elétrica em sementes de cebola, maior estratificação dos lotes em níveis de vigor foi obtida quando foram utilizadas amostras de 50 sementes com teor de água de 10%, avaliando-se a condutividade elétrica após 24 horas de embebição, a 25°C, independentemente do volume de água (25 e 50mL).

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R.N.; SANTOS, D.S.B.; SANTOS FILHO, B.G.; MELLO, V.D.C. Correlação entre testes de vigor em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.1, n.2, p.153-162, 1995.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 88p. (Contribution, 32).
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- DESWAL, D.P.; SHEORAN, I.S. A simple method for seed leakage measurement; applicable to single seeds of any size. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.21, n.1, p.179-85, 1993.
- DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Teste de germinação a baixa temperatura. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina:

ABRATES, 1999. cap.7, p.1-3.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS-FILHO, J. Electrical conductivity test for vigour evaluation in soybean seeds. **Seed Research**, New Delhi, v.24, n.1, p.1-10, 1996a.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS-FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.31-42, 1996b.

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**, Brasília, v.20, n.2, p.408-413, 1998.

FAGIOLI, M. **Relação entre a condutividade elétrica de sementes e a emergência das plântulas de milho em campo**. 1997. 74f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 1997.

GIVELBERG, A.; HOROWITZ, M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. Solute leakage from *Solanum nigrum* L. seeds exposed to high temperatures during imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.35, n.161, p.1754-1763, 1984.

GUIMARÃES, J.R.M.; MALAVASI, M.M.; LOPES, H.M. Definição do protocolo do teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Informativo ABRATES**, Londrina, v.3, n.3, p.138, 1993.

HAMPTON, J.G. Vigor testing within laboratories of the International Seed Testing Association: a survey. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, n.1, p.199-203, 1992.

HAMPTON, J.C.; JOHNSTONE, K.A.; EUA-UMPON, V. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and French bean seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, p.677-686, 1992.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, B.H. Conductivity test. In: HAMPTON, J.G.; TEKRONY, B.M. (Ed.). **Handbook of vigor methods**. 3. ed. Zürich: ISTA, 1995. p.22-34.

HAMPTON, J.G.; LUNGWANGWA, A.L.; HILL, K.A. The bulk conductivity test for *Lotus* seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, n.1, p.177-180, 1994.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zürich: ISTA, 1995. 116p.

KRISHNASAMY, V.; RAMARAJPALANIAPPAN, M.S.M.G. Electrical conductivity of the seed leachate in tomato and brinjal. **South Indian Horticulture**, v.37, n.5, p.303-304, 1989.

LIMA, D. **Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa* L.)**. 1993. 61f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1993.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v.12, n.1, p.37-53, 1988.

LOOMIS, E.L.; SMITH, O.E. The effect of artificial aging on the concentration of Ca, Mg, K and Cl in imbibing cabbage seed. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.105, n.5, p.647-650, 1980.

MARCOS FILHO, J.; AMORIM, H.V.; SILVAROLLA, M.B.; PESCARIN, H.M.C. Relações entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1982. v.1. p.676-688.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVEMBRE, A.D.C.L.; CHAMMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, p.1805-1815, 1990.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D.A. (Ed.). **Handbook of vigor methods**. Zürich, ISTA, 1981. p.37-42.

PANOBIANCO, M. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de tomate**. 2000. 152f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D. Electrical conductivity of soybean soaked seeds. I. Effects of genotype. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.9, p.621-627, 1996.

PIANA, Z.; TILLMAN, M.A.A.; MINAMI, K. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.149-153, 1995.

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Prediction of storage potential of onion seed under commercial storage conditions. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.12, p.649-659, 1984.

RODO, A.B. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de cebola e sua relação com o desempenho das plântulas em campo**. 2002. 123f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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.

ROVERI-JOSÉ, S.C.B.; CARVALHO, M.L.M.; RODRIGUES, R. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.55-61, 2001.

SÁ, M.E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.13-19, 1999.

TAO, J.K. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v.3, n.1, p.10-18, 1978.

TEKRONY, D.H. Seed vigor testing - 1982. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v.8, n.1, p.55-60, 1983.

TORRES, S. 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.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim, efeitos de teor de água inicial e de período de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília,

v.21, n.1, p.46-52, 1999.

VIEIRA, R.D.; MINOHARA, L.; CARVALHO, N.M. & BERGAMASCHI, M.C.M. Relationship of black layer and milk line development to maize seed maturity. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.142-147, 1995.

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, p.67-75,

1999.

VIEIRA, R.D.; PENARIOL, A.L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.1333-1338, 2002.

ZHANG, T.; HAMPTON, J.G. Does fungicide seed treatment affect bulk conductivity test results? **Seed Science and Technology**, Zürich, v.27, n.3, p.1041-1045, 1999.

