

Condutividade elétrica em sementes de feijão caupi¹

Electrical conductivity in bean seeds

Alek Sandro Dutra², Sebastião Medeiros Filho³ e Elizita Maria Teófilo⁴

Resumo - A condutividade elétrica da solução de embebição de sementes é um procedimento recomendado para avaliar o vigor de sementes de ervilha e sugerido para soja, porém, para outras espécies ainda não está bem estabelecido. A pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de estudar métodos para avaliar o potencial fisiológico em sementes de feijão caupi, cultivar Setentão. Foram realizados os testes de germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência e de condutividade elétrica (CE). Para o teste de CE foram estudadas variações na temperatura (20; 25 e 30°C) e no tempo de embebição (2; 4; 8; 16; 20 e 24 horas). Os dados foram analisados pelo delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 4 x 6 (quatro lotes e seis períodos de embebição). Observou-se que, o tempo de embebição para o teste de CE pode ser reduzido para 16 horas. As temperaturas de 25 e 30°C foram as que melhor ordenou os lotes. Assim, concluiu-se que a condição mais adequada para o teste de CE é a utilização de 16 horas à temperatura de 30°C.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata*, vigor, germinação, temperatura.

Abstract - The electrical conductivity of the soaked seed solution is a process recommended to evaluate seed vigor of pea and soybean seeds, respectively. However, it was not so well established in other species. The objective of this work was to study methods to evaluate the physiological potential of bean seeds. The germination tests, first counting of germination, seedling emergence, and emergence speed index and electrical conductivity tests were accomplished. For the conductivity test three temperatures (20; 25 and 30°C) and six periods of seed soaking (2; 4; 8; 16; 20 and 24 hours) were used. The experimental design was completely randomized, in a factorial scheme with four seed lots and six periods of soaking. It was observed that the soaking period for the electrical conductivity test could be reduced to 16 hours. The temperatures of 25 and 30°C was the best to order the seed lots. Thus, it can be concluded that the most appropriate state for the electrical conductivity test is 16 hours at 30°C.

Index terms: *Vigna unguiculata*, vigor, germination, temperature.

¹ Recebido para publicação em 11/01/2005; aprovado em 06/12/2005.

² Eng. Agrônomo, D. Sc., Bolsista DCR/CNPq, Dep. de Fitotecnia, CCA/UFC, Caixa Postal 12.168, Campus do Pici, CEP: 60356-001, Fortaleza, CE, alekdutra@bol.com.br

³ Eng. Agrônomo, D. Sc., Prof. do Dep. de Fitotecnia, CCA/UFC, CE, filho@ufc.br

⁴ Eng. Agrônoma, D. Sc., Dep. de Fitotecnia, CCA/UFC, CE, elizita@ufc.br

Introdução

O teste padrão de germinação é o procedimento oficial para avaliar a capacidade das sementes em produzir plântulas normais em condições favoráveis de campo, mas nem sempre revela diferenças de qualidade e de desempenho entre lotes de sementes, que podem se manifestar no armazenamento ou mesmo no campo (Carvalho & Nakagawa, 2000). Daí a importância de se avaliar o vigor das sementes como complemento ao teste de germinação. Para isso, vários procedimentos têm sido usados; dentre eles o teste de condutividade elétrica, usando-se a solução de embebição das sementes.

O teste de condutividade elétrica baseia-se no princípio de que com o processo de deterioração ocorre a lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água devido à perda da integridade dos sistemas celulares. Assim, baixa condutividade significa alta qualidade da semente e alta condutividade, ou seja, maior saída de lixiviados da semente, sugere o menor vigor desta (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

A condutividade elétrica como teste de vigor é recomendado para sementes de ervilha e sugerido para soja (Association of Official Seed Analysts, 2002). Marcos Filho et al. (1990) e Dias & Marcos Filho (1995) obtiveram distinção entre lotes de sementes de soja, usando-se o teste de condutividade elétrica. Dias et al. (1998) concluíram que o teste de condutividade elétrica foi eficiente para a avaliação do vigor das sementes de feijão-de-vagem e quiabo. Tem-se observado relação entre os resultados do teste de condutividade elétrica e os de emergência de plântulas em campo para sementes de soja (Vieira et al., 1999ab).

Por outro lado, como já mencionado, exceto para sementes de ervilha, pouco tem-se estudado com relação a sementes de feijão. Vanzolini & Nakagawa (1999a) realizaram o teste de condutividade elétrica para sementes de amendoim com três horas de embebição e observaram que, à temperatura de 30°C, houve a possibilidade de separação dos três lotes quanto à qualidade. Também, Rodo et al. (1998) concluíram que o teste de condutividade elétrica conduzido à temperatura de 25°C apresentou maior eficiência de separação de lotes de sementes de tomate. Gaspar & Nakagawa (2002) observaram que o uso da temperatura de 25°C, com período de embebição de duas horas, mostrou-se promissor para o teste de condutividade de sementes de milho. O trabalho tem como objetivo estudar os procedimentos do teste de condutividade elétrica para sementes de feijão caupi, visando o estabelecimento de metodologia específica para condução desse teste.

Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da UFC, Fortaleza-CE. Foram utilizados quatro lotes de sementes de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), da cultivar Setantão. Em todo o período experimental, as sementes foram mantidas em ambientes de câmara fria (10°C e 60% UR), acondicionadas em embalagens de papel multifoliado. As avaliações da qualidade das sementes foram realizadas por meio dos seguintes testes: **teor de água** - foi realizado em estufa a 105±3°C/24h (Brasil, 1992), utilizando-se quatro amostras de 50 sementes, para cada tratamento; **germinação** - foram usadas quatro repetições de 50 sementes, semeadas em rolos de papel toalha, tipo Germitest, umedecidos com água o equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco e colocado para germinar a 27°C. As avaliações foram realizadas aos cinco e oito dias após a semeadura (Brasil, 1992); **primeira contagem de germinação** - conduzido juntamente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais, aos cinco dias após a semeadura; **emergência de plântulas** - utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em caixas plásticas (28,5 x 18,5 x 10,0 cm) cada uma contendo areia como substrato. Estas caixas foram mantidas em ambiente de laboratório sem controle da temperatura e da umidade relativa do ar. O teste foi avaliado oito dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais; **índice de velocidade de emergência** - foram feitas contagens das plântulas emergidas a partir da instalação do teste de emergência de plântulas e a cada 24 horas, até o seu término (Nakagawa, 1999). Foram consideradas como emergidas as plântulas cujos cotilédones afloraram à superfície da areia e para o cálculo utilizou-se a fórmula proposta por Maguire (1962); **teste de condutividade elétrica (CE)** - foram estudadas variações na temperatura (20; 25 e 30°C) e no tempo (2; 4; 8; 16; 20 e 24 horas de embebição). O teste foi conduzido pelo método de massa, com quatro subamostras de 50 sementes fisicamente puras, as quais foram pesadas com precisão de duas casas decimais (0,01 g) e colocadas para embeber em copos de plásticos (200 mL), sendo mantidos em câmara de germinação, tipo BOD, durante cada período de embebição. Após o período de condicionamento, a CE da solução foi medida por meio de leituras em um condutivímetro TECNOPON, modelo CA150, com resultados expressos em mS cm⁻¹ g⁻¹ de semente. A leitura de cada subamostra foi realizada logo após a retirada do material da incubadora, de modo gradativo, agitando-se, cuidadosamente, cada recipiente, com o intuito de uniformizar os eletrólitos lixiviados

na solução (Hampton & TeKrony, 1995, Vieira & Krzyzanowski, 1999). Os dados foram analisados pelo delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 4 x 6 (quatro lotes e seis períodos de embebição). A comparação das médias foi realizada por intermédio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade (Banzatto & Kronka, 1992).

Resultados e Discussão

Os dados do teor de água das sementes (Tabela 1) foram praticamente semelhantes para os quatro lotes, com variação de até 1,9 pontos percentuais, inferior à amplitude máxima aceita que é de 3 a 4 pontos percentuais (Marcos Filho, 1999).

Os testes de primeira contagem de germinação, emergência de plântulas e o índice de velocidade de germinação (Tabela 1) revelaram o lote 4 como de pior qualidade e os lotes 1 e 2 como sendo os de melhor qualidade fisiológica. No teste de germinação os lotes 1 e 2 foram os melhores, o lote 4 o pior e o lote 3 ficou como intermediário.

Os resultados obtidos com o teste de condutividade elétrica-CE (Tabela 2) permitiram verificar, de maneira geral, que as diversas combinações de temperaturas (20; 25 e 30°C) e períodos de embebição (2; 4; 8; 16; 20 e 24 horas) apresentaram semelhança na distinção dos lotes em relação ao seu potencial fisiológico. Assim, os procedimentos indicaram os lotes 1 e 2 como os mais vigorosos. Por outro lado, o lote 4, foi considerado o pior. Analisando os dados, verificou-se certa relação com a avaliação da qualidade

Tabela 1 - Qualidade inicial de quatro lotes de sementes de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cv. Setentão¹.

Lotes	Teor de água	Germinação	Primeira Contagem	Emergência de plântulas	Índice de velocidade de emergência
			%		
1	12,7	91 ab	84 a	98 a	12,08 a
2	10,8	93 a	81 a	98 a	11,47 ab
3	11,3	87 b	77 ab	95 ab	11,14 b
4	12,2	80 c	70 b	90 b	10,91 b
C.V.(%)	-	4,99	6,23	3,53	3,70

¹ 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 de quatro lotes de sementes de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cv. Setentão, usando-se seis períodos de embebição a 20, 25 e 30°C¹.

Lotes	Períodos de embebição (h)					
	2	4	8	16	20	24
	$\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$					
20°C						
1	7,1 a	10,2 ab	24,3 ab	36,8 b	42,9 b	45,0 b
2	2,8 b	3,8 b	29,7 a	30,7 b	39,5 b	40,6 b
3	7,4 a	13,5 a	31,1 a	52,6 a	55,1 a	65,8 a
4	1,6 b	4,0 b	19,4 b	45,5 a	54,5 a	60,9 a
C.V.(%)=12,8						
25°C						
1	8,7 ab	17,0 a	33,8 ab	45,1 b	46,9 b	50,3 c
2	2,1 c	9,3 b	29,6 b	39,5 b	48,9 b	49,4 c
3	10,4 a	20,5 a	35,9 a	53,8 a	52,5 b	67,3 b
4	3,8 bc	9,9 b	32,2 ab	58,9 a	63,7 a	74,8 a
C.V.(%)=8,9						
30°C						
1	11,5 a	25,1 a	43,7 a	54,1 bc	57,3 b	58,5 c
2	5,9 ab	15,3 b	41,9 a	51,3 c	56,9 b	57,1 c
3	11,2 a	23,8 a	42,6 a	58,8 b	57,4 b	68,2 b
4	3,6 b	16,4 b	42,0 a	66,6 a	69,9 a	82,1 a
C.V.(%)=7,3						

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

inicial dos lotes de sementes (Tabela 1), onde o lote 4 foi classificado como sendo o menos vigoroso nos testes de primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência e no teste de germinação. No teste de CE em várias combinações envolvendo temperaturas/períodos de embebição, também foi indicado como sendo o de pior qualidade fisiológica (Tabela 2). Marcos Filho et al. (1990) e Dias & Marcos Filho (1995) obtiveram distinção entre lotes de sementes de soja, quando a diferença de vigor era grande, com o uso de 4 ou 8 horas de embebição; entretanto, quando a diferença entre os lotes era pequena, o período de embebição por 16 ou 20 horas mostrou-se mais sensível às variações do vigor das sementes de soja.

O lote 2, que foi classificado como sendo o de melhor potencial fisiológico por meio dos testes de germinação da primeira contagem de germinação, da emergência de plântulas e do índice de velocidade de emergência (Tabela 1). No testes de CE, o lote 2 foi o que teve o melhor desempenho, sendo indicado como o lote de mais alto vigor, dentre os quatro lotes estudados (Tabela 2). Dias et al. (1998), concluíram que o teste de CE foi eficiente para a avaliação do potencial fisiológico das sementes de feijão-de-vagem e quiabo, fato também observado nesta pesquisa.

Com relação à temperatura, 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 (Tabela 2). A elevação da temperatura de embebição pode provocar dano térmico às membranas, causando aumento da energia de ativação das moléculas, alterando a viscosidade da água e, conseqüentemente, aumentando os valores de condutividade. Por outro lado, verifica-se que em baixas temperaturas, o processo de reorganização de membranas é mais lento e o período de perda de lixiviados pelas sementes é mais longo (Givelberg et al., 1984).

O teste de condutividade elétrica em temperatura de 25 e 30°C apresentou maior eficiência na separação dos lotes de sementes de feijão caupi. Vanzolini & Nakagawa (1999a) realizaram o teste de condutividade elétrica para sementes de amendoim com três horas de embebição e observaram que, à temperatura de 30°C, houve a possibilidade de separação dos três lotes quanto a qualidade; e ainda que a elevação da temperatura propiciou aumentos significativos nos valores de condutividade. Também, Rodo et al. (1998) concluíram que o teste de condutividade elétrica conduzido à temperatura de 25°C apresentou maior eficiência de separação de lotes de sementes de tomate, para as duas cultivares estudadas, em relação a 20°C. Ainda,

Gaspar & Nakagawa (2002) observaram que o uso da temperatura de 25°C, com período de embebição de duas horas, mostrou-se promissora para o teste de condutividade de sementes de milho.

As varias combinações de temperatura/período de embebição indicaram, no geral, aumento progressivo das leituras no intervalo de 2 a 24 horas (Tabela 2). Esses resultados também foram encontrados por Torres (2002) com sementes de melão.

Verificou-se que, com duas horas de embebição todos os tratamentos apresentaram significativa lixiviação, permitindo classificação dos lotes quanto ao potencial fisiológico. No entanto, a classificação dos lotes foi mais evidente após o período de 16 horas de embebição, no qual valores de CE indicaram a possibilidade de separar lotes em diferentes níveis de vigor, com significativa redução no período de condicionamento das sementes, em relação ao período de 24 horas, adotado pela pesquisa como padrão para testes de CE para ervilha e soja (Hampton & TeKrony, 1995; Vieira & Krzyzanowski, 1999). Em sementes de girassol, Brandão Júnior. et al. (1997) conseguiram detectar as diferenças existentes entre os lotes com 18 horas de embebição. Ainda, Vanzolini & Nakagawa (1999b), em sementes de amendoim observaram que o tempo de embebição de 3 horas foi suficiente para distinguir a qualidade de diferentes lotes.

Conclusão

A condição mais adequada para condução do teste de condutividade elétrica de sementes de feijão caupi cv. Setentão, é a embebição das sementes por 16 horas a 25 ou 30°C.

Agradecimentos

Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Referências Bibliográficas

- 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.
- BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; RIBEIRO, D. C. A.; BERNADINO FILHO, J. R.; VIEIRA, M. C. C. C. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade

- fisiológica de sementes de girassol. **Informativo Abrates**, v.7, n.1/2, p.184, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2000. 424p.
- DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Teste de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. **Informativo Abrates**, v.5, n.1, p.26-36, 1995.
- DIAS, D. C. F. S.; VIEIRA, A. N.; BHÉRING, M. C. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão-de-vagem e quiabo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.408-413, 1998.
- GASPAR, C. M.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.82-89, 2002.
- GIVELBERG, A.; HOROWITZ, M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. Solute leakage from *Solanum nigrum* L. seeds exposed to high temperatures during imbibition. **Journal of Experimental Botany**, v.35, n.161, p.1754-1763, 1984.
- HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigor test methods**. Zurich: ISTA, 1995. 117p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n. 1, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R.; NOVEMBRE, A. C.; CHAMA, H. C. P. C. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p.1805-1815, 1990.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.3.1-3.24.
- 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.2.1-2.24.
- 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**, v.20, n.1, p.29-38, 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", USP, Piracicaba.
- VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim: efeitos de temperatura e de período de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.41-45, 1999a.
- VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim: efeitos de teor de água e de período de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.46-52, 1999b.
- 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.4.1-4.26.
- 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**, v.27, n.1, p. 67-75, 1999a.
- VIEIRA, R. D.; PAIVA-AGUERO, J. A.; PERECIN, D. Electrical conductivity and field performance of soybean seeds. **Seed Technology**, v.21, n.1, p.15-24, 1999b.