

EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE SOJA NO CAMPO E SUA RELAÇÃO COM A EMBEBIÇÃO E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DAS SEMENTES

CÁSSIO EGIDIO CAVENAGHI PRETE¹
SILVIO MOURE CICERO²
MARCOS VINICIUS FOLEGATTI³

PRETE, C.E.C.; CICERO, S.M.; FOLEGATTI, M.V. Emergência de plântulas de soja no campo e sua relação com a embebição e condutividade elétrica das sementes. *Semina: Ci. agr.*, Londrina, v.15, n.1, p.32-37, março 1994.

RESUMO: Sementes de soja dos cultivares DOKO, UFV-14, Cristalina, EMGOPA-302 e FT-11, cada um representado por cinco lotes provenientes da região de Goiatuba-GO (Safrá 88/89) foram avaliados através dos seguintes testes: grau de umidade; peso de 1000 sementes; germinação; germinação aos quatro dias; envelhecimento artificial pelo método do "gerbox" a 42°C por 48 horas; condutividade elétrica pelo método "bulk" modificado, utilizando quatro amostras de 50 sementes da porção pura, sem escolha, imersas em 75 ml de água destilada à 25°C por 24 horas; avaliação rápida por embebição com 2 repetições de 100 sementes de cada lote, as quais foram colocadas em bandejas de compartimentos individualizados onde cada semente foi coberta com aproximadamente 4 ml de água e após 5 minutos foram contadas as sementes que se apresentavam intumescidas com o tegumento nitidamente despreendido dos cotilédones. Todos os testes foram correlacionados com o teste de emergência das plântulas em campo. Apenas os testes de avaliação rápida por "embebição", condutividade elétrica e germinação aos quatro dias, correlacionaram-se significativamente com a emergência em campo e permitiram diferenciar os cultivares e lotes testados quanto a qualidade das sementes. EMGOPA-302 teve o pior desempenho enquanto UFV-14 e DOKO os melhores.

PALAVRAS-CHAVE: Soja, Sementes, Embebição, Condutividade elétrica, Emergência.

1 – INTRODUÇÃO

A busca de testes rápidos para avaliação da qualidade das sementes, que proporcionem resultados reproduzíveis e relacionados com a emergência das plântulas em campo, tem preocupado os tecnólogos de sementes, envolvidos nas decisões referentes ao manejo de lotes.

Dentre os testes rápidos, o método baseado na lixiviação de eletrólitos, presentes no exudato da semente tem recebido atenção; (MATHEWS & BRADNOCK, 1968; ABDUL-BAKI & ANDERSON, 1973; MACDONALD JUNIOR & WILSON, 1979; YAKLICH et al., 1979; STERE et al., 1981; OLIVEIRA et al., 1984; HEPBURN et al., 1984; MARCOS FILHO et al., 1986; POWELL, 1986; BARROS, 1988; LOEFFLER et al., 1988 e KUO, 1989. Este teste, segundo POWELL (1986), é eficiente por ter base teórica consistente e proporcionar resultados reproduzíveis e relacionados à emergência das plântulas em campo.

Um dos métodos mais utilizados, para a avaliação rápida da viabilidade das sementes, é o teste de tetrazólio idealizado por LAKON em 1949, aperfeiçoado e divulgado por MOORE (1972). Métodos rápidos para avaliar a viabilidade de sementes de soja, baseados no pH e na

cor do exudato, foram desenvolvidos por FERNANDEZ et al. (1984); AMARAL & PESKE (1984); PESKE & AMARAL (1986). A antecipação da contagem final do teste de germinação de sementes de soja para o quarto dia proporcionou resultados altamente correlacionados com a emergência das plântulas no campo nos trabalhos de WILSON & MACDONALD JUNIOR (1986); MOTTA (1986).

Independentemente das bases teóricas em que se apóiam os testes rápidos, para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, há um ponto comum em suas metodologias: a embebição das sementes por determinado período de tempo. Paralelamente, trabalhos que relacionaram a velocidade de absorção de água com a qualidade das sementes consideram que as de maior qualidade apresentaram embebição mais lenta, como decorrência da alta integridade de suas estruturas celulares (DELOUCHE, 1965 citado por POPINIGIS, 1977; POWELL & MATTHEWS, 1979; OLIVEIRA et al., 1984; POWELL et al., 1986; POWELL, 1989; WOODSTOCK, 1988; ROBERTS & ELLIS, 1989, KUO, 1989).

Assim o presente trabalho teve por objetivo correlacionar alguns testes rápidos, baseados na embebição e na condutividade elétrica dos exudatos de sementes de soja, com a emergência de plântulas em campo.

1. Departamento de Agronomia - Centro de Ciências Agrárias - Universidade Estadual de Londrina, Caixa Postal 6001, CEP 86051-970, Londrina-PR, Brasil.
2. Departamento de Agricultura - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba-SP.
3. Departamento de Engenharia Rural - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba-SP.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura e no campo experimental do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, com sementes de soja dos cultivares DOKO, UFV-14, Cristalina, EMGOPA-302 e FT-11 (cada um representado por cinco lotes), provenientes da região de Goiatuba-GO (18° LS; 49° 30' LW), safra 1988/89.

Após a recepção, em agosto de 1989, os 25 lotes foram armazenados em sacos de papel Kraft em câmara seca (35% UR e 23°C). Em setembro/outubro de 1989, cada lote (5 kg) foi retirado da câmara e submetido aos seguintes testes preliminares.

a) **Grau de umidade:** determinado pelo método da estufa, a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 horas, utilizando-se duas amostras por lote, conforme as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1976).

b) **Peso de 1000 sementes:** para cada lote, foram pesadas oito amostras de 100 sementes em balança com precisão de 0,1g, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1976).

c) **Germinação:** conduzido com quatro amostras de 50 sementes para cada lote, em rolos de papel toalha Germitest, a 30°C ; a quantidade de água adicionada ao substrato era equivalente a 2,2 vezes o peso do substrato. Efetuaram-se as contagens aos quatro e oito dias após a semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1976).

d) **Envelhecimento artificial:** conduzido com a utilização de caixas plásticas "gerbox"; foram depositadas 200 sementes de cada lote, sobre tela metálica interna da caixa, cobrindo a superfície. As caixas tampadas, contendo 40 ml de água, foram mantidas em incubador a 42°C durante 48 horas; em seguida, conduziram-se testes de germinação, conforme descrição anterior, com a contagem das plântulas normais no quarto dia após a semeadura.

Em novembro de 1989, foram conduzidos os seguintes testes:

a) **Condutividade elétrica:** foi seguida a metodologia proposta por LOEFFLER et al. (1988), utilizando-se quatro amostras de 50 sementes da porção de sementes puras, sem escolha, de cada lote; a seguir, as sementes foram pesadas (precisão de 0,1 g) e imersas em 75 ml de água destilada, a 25°C por 24 horas. Após esse período procedeu-se

a leitura da condutividade elétrica da solução, em aparelho DIGIMED-CD-20. Os resultados obtidos foram expressos em unhos/g/amostra e unhos/sementes/amostra.

b) **"Velocidade de embebição"** tomaram-se, de cada lote, 200 sementes que foram colocadas em bandejas de compartimentos individualizados; a seguir, cada semente foi coberta com aproximadamente, 4 ml de água. Após cinco minutos as sementes intumescidas, com o tegumento nitidamente desprendido dos cotilédones, foram contadas, sendo obtida a porcentagem das que se embeberam rapidamente.

c) **Germinação aos quatro dias:** conduziu-se o teste de germinação, conforme descrição anterior, avaliando a porcentagem de plântulas normais quatro dias após a semeadura.

d) **Emergência das plântulas em campo:** conduzida com 200 sementes para cada lote/cultivar. Cada parcela era constituída de uma linha de 1,5 m. de comprimento, onde distribuíam-se 50 sementes em sulcos espaçados de 0,30 m com 0,05 m de profundidade; efetuou-se a cobertura com, aproximadamente, 0,03 m de terra. Aos 10 dias após a semeadura, computaram-se as plântulas correspondentes ao estágio VC (folhas unifoliadas completamente desenvolvidas).

Durante a condução do teste, foram registrados dados diários do potencial hídrico no solo, através de dois tensiômetros (Y_{m1} e Y_{m2}) munidos de manômetro de mercúrio, que permitiram leituras com aproximação de 1 mm HG (VILLAGRA et al., 1988). Os tensiômetros foram instalados de tal forma que o centro de suas cápsulas estivessem 0,10 m abaixo da superfície do solo. O potencial hídrico, em KPa, foi calculado através da seguinte expressão:

$$\gamma_m = 0,0981 (-12hm + hc + z)$$

onde

γ_m = potencial matricial em KPa

hm = leitura da coluna no manômetro de mercúrio (cm)

hc = altura do nível de mercúrio da cuba à superfície do solo (cm)

z = profundidade da cápsula (cm)

A precipitação pluvial e as temperaturas máximas e mínimas foram obtidas junto ao posto agrometeorológico do Departamento de Física da ESALQ, situado a 100 metros da área experimental.

TABELA 1 – POTENCIAL HÍDRICO NO SOLO MEDIDOS EM DOIS TENSÍOMETROS (YM₁ E YM₂), PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMA DURANTE A CONDUÇÃO DO TESTE DE EMERGÊNCIA EM CAMPO.

Data	YM ₁	YM ₂	Precipitação mm	T. máxima T. Mínima (°C)	
	KPa				
13/11	—	—	38,0	27,4	12,2
14/11	- 11,88	- 8,79	0,0	27,4	12,2
15/11	- 13,12	- 10,03	0,0	29,2	13,8
16/11	- 16,21	- 12,75	0,0	31,2	16,9
17/11	—	—	—	—	—
18/11	- 20,04	- 17,08	0,0	—	—
19/11	—	—	4,5	31,6	13,0
20/11	- 19,92	- 17,45	19,5	31,6	19,8
21/11	—	—	7,0	26,4	20,2
22/11	- 8,79	- 7,56	0,0	31,5	20,9
23/11	- 8,79	- 7,56	1,0	32,0	20,2
24/11	- 10,65	- 9,41	0,0	—	—

As análises de variância, seguiram delineamento fatorial, empregando-se o método de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para a comparação das médias. Efetuaram-se análises de correlação entre a emergência de plântulas em campo e os demais testes para os casos em que foram obtidas altas correlações, foram determinadas as equações de regressão linear. Para isolar o efeito genético foi realizada a análise individual dos cultivares utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso, e empregando-se o método de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para a comparação de médias. Considerando que as diferenças estatísticas foram semelhantes nos dois delineamentos empregados, optou-se pelo delineamento fatorial o qual forneceu maior número de informações.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados obtidos nos diferentes testes, para os cinco cultivares estudados, revelaram valores de F significativos para os efeitos de cultivares e lotes em todos os testes; com exceção do teste de emergência de plântulas em campo, que não mostrou efeito significativo para lotes.

A Tabela 2 reúne os dados preliminares que caracterizaram cada lote e cuja metodologia foi anteriormente descrita. Os dados preliminares (peso de 1000 sementes, porcentagem de germinação e envelhecimento artificial) foram correlacionados com os valores de emergência em campo.

TABELA 2 – DADOS REFERENTES A QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA (GRAU DE UMIDADE; PESO DE 1000 SEMENTES, PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO E ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL) DOS 25 LOTES DE SEMENTES DE SOJA.

Cultivar	Lote	Varição do teor de umidade %	Peso (g) de 1000 sementes	Germinação (%)	Envelhecimento artificial (%)
DOKO	1	7,3 – 8,0	115,28	92	82
	2	7,0 – 7,9	164,46	91	81
	3	6,8 – 7,8	116,46	95	87
	4	7,2 – 8,2	209,22	90	69
	5	7,3 – 8,5	166,60	94	78
UFV-14	6	6,8 – 7,9	107,08	85	81
	7	6,8 – 7,8	129,31	90	77
	8	6,8 – 7,5	128,63	99	86
	9	6,8 – 7,8	151,86	96	78
	10	7,0 – 7,5	132,82	92	78
CRISTALINA	11	7,0 – 7,8	173,77	75	90
	12	6,8 – 7,5	99,77	73	90
	13	6,8 – 7,8	105,21	77	90
	14	6,8 – 7,7	107,00	77	87
	15	6,8 – 7,8	101,66	68	86
EMGOPA-302	16	6,8 – 7,7	140,98	92	80
	17	6,9 – 7,8	167,13	94	83
	18	6,5 – 7,6	115,32	88	72
	19	6,6 – 7,6	117,63	83	82
	20	7,2 – 7,7	196,68	92	75
FT-11	21	7,5 – 7,9	166,55	81	84
	22	7,2 – 7,9	140,25	89	84
	23	7,2 – 8,0	161,92	89	83
	24	7,2 – 7,9	139,02	94	87
	25	7,4 – 8,2	161,67	89	74

Correlação com emergência em campo

—

- 0,26 N.S.

0,05 N.S.

),20 N.S.

TABELA 3 – DADOS MÉDIOS OBTIDOS EM TESTES PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA CORRESPONDENTES AOS EFEITOS DE CULTIVARES E LOTES. PIRACICABA, SP. OUT./NOV. DE 1989.

Cultivar	Lote	1	% Sementes "embebidas" após 5 min.	Conductividade (unhos/g)	Conductividade (unhos/semente)	2	% Germinação ao 4 ^o . dia	% Emergência de Plântulas a campo			
DOKO	1	B	6,5a	AB	78,17a	B	9,025a	A	88,5ab	AB	72,2
	2		13,0b		73,03a		11,780a		91,0ab		75,5
	3		7,5a		85,03a		9,995ab		89,5ab		88,0
	4		18,0b		77,27a		16,245d		80,0b		74,5
	5		15,0b		77,04a		13,035c		94,0a		85,0
UFV-14	6	A	7,5ab	A	83,17b	A	9,020a	A	92,0a	A	77,0
	7		11,5b		73,74ab		9,585a		89,0a		87,0
	8		4,0a		72,26ab		9,310a		93,5a		84,0
	9		9,0b		70,41ab		10,890a		95,0a		82,5
	10		8,0b		69,50a		10,690a		91,5a		82,5
CRISTALINA	11	B	9,5a	C	94,76a	C	16,405c	C	88,0a	BC	62,5
	12		7,5a		119,94b		11,870a		84,5ab		78,0
	13		9,5a		125,54bc		13,175ab		75,0c		78,0
	14		15,0b		134,39c		14,495b		75,5bc		72,5
	15		15,0b		118,50b		11,970a		70,5c		71,0
EMGOPA-302	16	C	13,5a	D	126,15b	D	17,740a	C	81,0a	D	52,5
	17		17,5b		112,26a		18,485a		77,5a		49,5
	18		15,0a		144,41c		16,695a		61,0b		49,5
	19		11,0a		149,31c		17,425a		79,5a		48,0
	20		16,5a		110,87a		21,940b		79,5a		39,5
FT-11	21	B	11,5ab	B	78,96a	B	13,075b	B	87,0a	C	74,5
	22		11,5ab		77,54a		11,065a		83,5a		61,0
	23		16,5b		81,79a		13,225b		77,0a		64,5
	24		8,0a		76,81a		10,780a		85,0a		69,0
	25		12,0ab		87,24a		14,225b		77,0a		63,5
CV%			8,30		6,52		6,89		4,92		12,73
Correlação com emergência			- 0,49*		-0,58**		-0,82**		0,61**		1,00

∞ significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

1 Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem para efeito de cultivar.

2 Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem para efeito de lotes.

A Tabela 3 reúne os valores médios obtidos nos diferentes testes conduzidos para avaliação da qualidade das sementes de soja correspondentes ao efeito de cultivares e lotes.

Pelos dados da Tabela 1 constata-se que as condições de ambiente (temperatura e umidade) não foram limitantes ao teste de emergência de plântulas em campo. O potencial hídrico no solo sempre foi superior a $-1/3$ atm (-32 KPa) considerado como adequado a germinação de sementes de soja (SÁ, 1987).

Quanto a emergência de plântulas em campo, observa-se que existem diferenças marcantes entre o desempenho das cultivares, sobressaindo as cultivares UFV-14 e DOKO como as melhores, e a cultivar EMGOPA-302 com o pior desempenho.

A cultivar UFV-14 destacou-se como a de melhor desempenho nos outros testes conduzidos, e a cultivar

EMGOPA-302 como a de pior desempenho. As cultivares DOKO, CRISTALINA e FT-11 tiveram comportamento intermediário nos testes efetuados.

Dessa forma, os coeficientes de correlação entre os diferentes testes (velocidade de embebição, condutividade elétrica e germinação ao 4o. dia) e a emergência das plântulas em campo foram significativos, mostrando serem testes adequados para avaliar a qualidade das sementes. Dentre esses testes destaca-se o teste de condutividade elétrica do exudato da semente, expresso em unhos/sementes, que foi capaz de detectar diferenças entre a qualidade dos diferentes lotes dentro de cada cultivar, correspondendo ao seu desempenho no campo (POWELL, 1986). A aplicação da metodologia proposta por LOEFFLER et al. (1988) de utilizar 50 sementes da porção de sementes puras sem escolha mostrou-se adequada refletindo baixo coeficiente de variação (6,52 a 6,98%). Entretanto, a ex-

pressão do resultado de condutividade em unhos/semente, ao invés de unhos/g, teve melhor correlação com o desempenho dos lotes em campo. A consequência desta observação é a de dispensar o uso de balanças, na execução do teste.

Os resultados dos testes de condutividade elétrica e de emergência em campo forneceram as seguintes equações de regressão.

$$I) Y_1 = 162,50 - 1,15 \cdot x \quad (r = 0,23)$$

onde

Y_1 é a condutividade em unhos/g e x é a emergência de plântulas.

$$II) Y_2 = 25,28 - 0,20 \cdot x \quad (r = 0,42)$$

onde

Y_2 é a condutividade em unhos/semente.

Na Tabela 3, os dados referentes a porcentagem de sementes embebidas após cinco minutos mostram que o teste

possibilitou a separação adequada entre os níveis de qualidade das sementes dos diferentes cultivares, confirmando observações de diversos autores em que sementes mais deterioradas apresentam embebição mais rápida devido à menor integridade de suas estruturas celulares. Entretanto o teste não foi adequado para diferenciar lotes dentro de cada cultivar. Semelhante comportamento foi encontrado para o teste de germinação aos quatro dias.

4 – CONCLUSÕES

A análise dos dados e a interpretação dos resultados do presente trabalho permitiram concluir que:

a) Os testes de avaliação rápida por “embebição” após cinco minutos; condutividade elétrica, germinação ao quarto dia e emergência de plântulas em campo permitiram diferenciar os cultivares testados quanto à qualidade das sementes;

b) As cultivares de soja DOKO e UFV-14 apresentaram os melhores desempenho enquanto a cultivar EMGOPA-302 o pior.

PRETE, C.E.C.; CICERO, S.M.; FOLEGATTI, M.V. Relationship between field emergency, water imbibing and electrical conductivity of soybean seeds. *Semina: Ci. Agr.*, Londrina, v.15, n.1, p.32-37, march 1994.

ABSTRACT: Soybean seeds of the cultivars Doko, UFV-14 Cristalina EMGOPA-302 and FT-11 each one represented by five lots from the region of Goiatuba-GO - Brasil, were evaluated through the following tests: Humidity test; weight of 1000 seeds; germination test; germination during four days; accelerated aging; electrical conductivity through the modified bulk method (LOEFFLER, 1981), using four samples of 50 seeds of the pure portion, without selection, immersed in 75 ml of distilled water for 24 hours at 25°C; rapid water imbibing test, using 2 repetitions of 100 seeds of each lot, which were set in trails, with individual cells, were each seed was covered with 4 ml of water and after 5 minutes the seeds which were intumesced and with the tegument separated of the cotyledons were counted. Only the tests of rapid water imbibing, electric conductivity and the four-day germination correlated significantly with the field emergency; consequently it was possible to differentiate between the cultivars in relation to seed quality. EMGOPA-302 had the worst performance, while UFV-14 and DOKO were the best ones.

KEY-WORDS: Soybean, Seeds, Imbibing, Electrical conductivity, Field emergency.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Vigor deterioration in soybean seed by multiple criteria. *Crop Science*, Madison, v. 13, n. 6, p. 630-33, 1973.

AMARAL, A.S.; PESKE, S.T. pH do exsudato para estimar em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 6, n. 3, p. 85-92, 1984.

BARROS, A.S.R. Testes para avaliação rápida da viabilidade e do vigor de sementes de soja. Piracicaba, 1988. 140p. Dissertação (Mestrado) - ESALQ/USP.

FERNANDEZ, D.; PETRINI, J.A.; AMARAL, A.S. Novo teste de viabilidade de sementes de soja: Teste de Timerosal. Pelotas: EMBRAPA/UEPAE, 1984. 3p. (Pesquisa em andamento, 10).

HEPBURN, A.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*, Zurich, v. 12, n. 2, p. 403-413, 1984.

KUO, W.H.J. Delayed - permeability of soybean seeds: characteristics and screening methodology. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 17, p. 131-142, 1989.

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

MARCOS FILHO, J.; CARVALHO, R.V.; CICERO, S.M.; DEMETRIO, C.G.B. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja no armazém e no campo. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, v. 43, p. 389-443, 1986.

MATHEWS, S.; BRADNOCK, W.T. Relationship between seed exudation and field emergence in peas and french beans. *Hort. Res.*, v. 8, p. 89-93, 1968.

MCDONALD JUNIOR, M.B.; WILSON, D.A. An assessment of the standardization and the ability of the ASA-610 to rapidly predict potential soybean germination. *Journal of Seed Technology*, Lansing, v. 4., n. 2, 1979.

- MOORE, R.P. Tetrazolium staining for assessing seed quality. In: HEYDECKER, W. (ed.) *Seed Ecology*. Nottingham: Pennsylvania State University Press, 1972. p. 347-366.
- MOTTA, C.A.P. *Comparação de testes de vigor em sementes de soja com a emergência das plântulas a campo*. Pelotas, 1986. 90p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas.
- OLIVEIRA, M.A.; MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. The role of split seed coat in determining seed vigor in commercial seed lots of soybean, as measured by the electrical conductivity. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 12, n. 2, p. 659-668, 1984.
- PESKE, S.T.; AMARAL, A.S. Prediction of the germination of soybean seeds by measurement of the pH seed exudates. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 14, n. 1, p. 151-156, 1986.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da Semente*. Brasília: Agiplan, 1977. 299p.
- POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. The influence of testa condition on the imbibition and vigour of pea seeds. *Journal of Experimental Botany*, v. 30, p. 193-197, 1979.
- POWELL, A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. *Journal of Seed Technology*, Lansing, v. 10, n. 2, p. 81-100, 1986.
- POWELL, A.A.; OLIVEIRA, M.A., MATTHEWS, S. The role of imbibition damage in determining the vigour of white and coloured seed lots of dwarf french beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Experimental Botany*, v. 37, n. 178, p. 176-722, 1986.
- POWELL, A.A. The importance of genetically determined seed coat characteristics to seed quality in grain legumes. *Annals of Botany*, v. 63, p. 1-7, 1989.
- ROBERTS, E.H.; ELLIS, Water and seed survival. *Annals of Botany*, v. 63, p. 39-52, 1989.
- SÁ, M.E. de. Relações entre qualidade fisiológica, disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja. (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1987, 147p. Tese (Doutorado) - ESALQ/USP.
- STEERE, W.C.; LEVEENGOOD, W.C.; BONDIE, J.M. An electronic analyser for evaluating seed germination and vigor. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 9, n. 2, p. 567-576, 1981.
- VILLAGRA, M.M.; MATSUMOTO, O.M.; BACCHI, O.O.S.; MORAES, S.O.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K. Tensiometria e variabilidade espacial em terra roxa estruturada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 12, p. 205-210, 1988.
- WILSON JUNIOR, D.O.; MCDONALD JUNIOR, M.B. A convenient volatile aldehyde assay for measuring soybean seed vigour. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 14, p. 259-268, 1986.
- WOODSTOCK, L.W. Seed imbibition: a critical period for successful germination. *Journal of Seed Technology*, v. 12, n. 1, p. 1-15, 1988.
- YAKLICH, R.W.; KULIK, M.M.; ANDERSON, J.D. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: relationship of ATP, conductivity and radioactive tracer multiple criteria laboratory tests to field performance. *Crop. Science*, Madison, v. 19, n. 6, p. 806-810, 1979.

Recebido para publicação em 30/9/1993