

Condutividade elétrica da solução de embebição de sementes e emergência de plântulas de soja

Electrical conductivity of soaked seeds and seedling emergence of soybean

Julio Cesar Fachini Colete¹, Roberval Daiton Vieira², Maristela Panobianco³,
Aleksandro Dutra⁴

¹Prefeitura Municipal de Olímpia, SP. ²UNESP, Departamento de Produção Vegetal, Jaboticabal. 14884-900, Bolsista do CNPq. ³UFPR, SCA/DFP, Curitiba, Paraná. ⁴UFC, CCA, Fortaleza-CE
E-mail: rdvieira@fcav.unesp.br - Autor para correspondência.

Resumo

A avaliação do vigor de sementes de soja e a determinação da sua relação com a emergência de plântulas em campo são informações extremamente importantes para produtores e usuários de sementes. O presente trabalho teve por objetivo verificar a relação entre os resultados do teste de condutividade elétrica e os da emergência de plântulas de soja em campo e em laboratório, sendo que, neste caso, utilizaram-se diferentes níveis de disponibilidade de água no substrato (terra): - 0,03; -0,2; -0,4; e -0,6 MPa. Para atingir os objetivos propostos, sete lotes de sementes de soja, cultivar Conquista, foram avaliados em laboratório e em campo. O experimento em campo foi conduzido em três épocas de semeaduras (26/nov., 3/dez. e 10/dez.). Em laboratório, foram determinados também o teor de água das sementes, a germinação e o vigor, avaliado pelos testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica. Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que: a condutividade elétrica da solução de embebição das sementes pode estimar a emergência de plântulas de soja em campo, e a emergência de plântulas pode ser influenciada pela disponibilidade de água e pelo vigor das sementes.

Palavras-chave adicionais: vigor; potencial hídrico; estresse hídrico.

Abstract

The evaluation of the soybean seed vigor and your relationship with field seedling emergence are extremely important information for producer and user of seeds. The present work was carried out in order to verify the relationship between the results of the electric conductivity test and the emergence of soybean seedlings in field and laboratory. In that last one, it was used different levels of water potential in the substratum (soil): -0.03, -0.20, -0.40 and -0.60 MPa. To reach the proposed objectives, seven seed lots were evaluated in laboratory and in field. The field experiment was sowed three times (Nov. 26, Dec. 3 and 10). In laboratory, the seed water content, the germination and vigor tests (accelerated aging and electrical conductivity) were used. Based on the results it can be concluded that: the electrical conductivity of soaked seed solution can estimate the seedling emergence of soybean and the seedling emergence can be influenced by water availability and seed vigor.

Additional keywords: vigor; water potential; water stress.

Introdução

A busca por produtos de alta qualidade aliada à crescente competitividade de mercado fazem com que as técnicas utilizadas nas diferentes cadeias produtivas sejam constantemente aprimoradas. Para o produtor de sementes, a situação não é diferente. A globalização econômica seguida da abertura e da concorrência de mercado vêm atuando de maneira que os investimentos nas indústrias de sementes sejam cada vez maiores, visando assim à obtenção de sementes de alta qualidade para a comerciali-

zação e sucesso no estabelecimento da cultura no campo.

A necessidade de métodos que agilizem a tomada de decisão e, ao mesmo tempo, sejam confiáveis e de fácil execução, tem exigido dos setores produtivos e de pesquisa em sementes alternativas seguras para a avaliação do seu potencial de desempenho, particularmente no que diz respeito ao vigor e quando sob condições de campo.

Têm sido propostos vários procedimentos para a avaliação do vigor de sementes. Dentre esses, os mais estudados estão relacionados com os eventos que ocorrem durante o processo

de deterioração das sementes, como a degradação das membranas celulares e a redução das atividades respiratórias e biossintéticas das mesmas (BEWLEY, 1986; DIAS & MARCOS FILHO, 1996).

O teste de condutividade elétrica na solução de embebição das sementes tem sido recomendado para quantificar substâncias lixiviadas para o meio de embebição, uma vez que sementes com baixo vigor apresentam desorganização na estrutura das membranas celulares, acarretando aumento na lixiviação de solutos, tais como açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, proteínas e substâncias fenólicas, e íons inorgânicos: K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} e Na^+ (AOSA, 2002; HAMPTON & TEKRONY, 1995; VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Tanto o vigor das sementes quanto o potencial de água no substrato são agentes ativos do processo de estabelecimento de plântulas no solo. Segundo CARVALHO & NAKAGAWA (2000), a água é o fator que exerce a mais determinante influência sobre o processo de germinação. Da absorção de água resulta a reidratação dos tecidos, com a conseqüente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento do eixo embrionário.

Os resultados dos testes de vigor devem ser usados, fundamentalmente, para classificar lotes de sementes quanto ao seu potencial de desempenho no campo e no armazenamento. Entretanto, é comum encontrar na literatura esta relação envolvendo a emergência de plântulas em campo. No entanto, observam-se poucos estudos abordando o binômio: condutividade elétrica e emergência de plântulas em campo sob diferentes potenciais hídricos.

Neste sentido, VIEIRA et al. (2004) obtiveram os melhores resultados de germinação e emergência de plântulas de soja quando o processo ocorreu com potenciais mátricos entre -0,2 e -0,4 MPa. A relação entre os resultados do teste de condutividade elétrica e os níveis de água no substrato variou, também, com o nível de vigor das sementes.

Sendo assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a relação entre os resultados do teste de condutividade elétrica e a emergência de plântulas de soja em laboratório, sob diferentes potenciais hídricos no substrato, e em campo.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em laboratório e em área experimental da Unesp, Câmpus de Jaboticabal. Na primeira etapa da

pesquisa, foram utilizados sete lotes de sementes de soja, cultivar Conquista. Foram realizadas determinações preliminares para avaliar o potencial fisiológico das sementes por meio dos testes de germinação, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. Para os sete lotes, determinou-se também a emergência de plântulas em campo, em três épocas de semeadura (26-11, 3-12 e 10-12).

Com base nos resultados da condutividade elétrica, obtidos na primeira etapa, foram escolhidos três lotes, considerados como de alto, médio e baixo vigor. Os referidos lotes foram empregados para estudar a relação entre os resultados de condutividade elétrica e de emergência de plântulas de soja sob diferentes níveis de água no substrato, considerada como a segunda etapa do trabalho. Para isso, foram realizados experimentos em laboratório usando-se terra como substrato e quatro níveis de potencial hídrico: -0,03; -0,2; -0,4 e -0,6 MPa.

As seguintes determinações de laboratório foram realizadas: **Teor de água (TA)**: utilizaram-se duas repetições de 20 sementes por lote, pesadas em balança com resolução de 0,01 g e levadas para estufa à temperatura de 105 ± 3 °C, por 48 horas. A seguir, foram pesadas novamente, calculando-se o teor de água (%), base úmida (ISTA, 1996). A determinação do TA foi realizada antes e após o envelhecimento acelerado das sementes; **Germinação (TG)**: foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes para cada lote, semeadas em rolo de papel, tipo Germitest, previamente umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco e mantidas em germinador à temperatura de 25 °C. As contagens foram efetuadas aos 5 e 8 dias após a semeadura (ISTA, 1996); **Envelhecimento acelerado (EA)**: utilizaram-se 42 g de sementes para cada lote, distribuídos em caixas de plástico para germinação (11,0 x 11,0 x 3,5 cm), possuindo em seu interior uma tela de alumínio sobre a qual foram colocadas as sementes. Cada caixa recebeu 40 mL de água destilada e foi mantida em câmara de germinação, tipo BOD, a 42 °C, por 48 h (HAMPTON & TEKRONY, 1995; MARCOS FILHO, 1999). Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação (ISTA, 1996), sendo a contagem de plântulas normais realizada no quinto dia; **Condutividade elétrica (CE)**: foi realizada utilizando-se de quatro repetições de 50 sementes por lote, pesadas com resolução de 0,01 g, imersas em 75 mL de água deionizada, em copos de plástico (200 mL). A embebição das sementes foi feita em germinador a 25 °C, por 24 h. Decorrido esse período, foi determinada a

condutividade elétrica da solução de embebição das sementes, com condutivimetro Digimed CD-21, eletrodo constante 1, expressando-se os resultados em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ (HAMPTON & TEKRONY, 1995; VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999); **Emergência de plântulas em campo (EP)**: foi conduzida em área experimental, em solo classificado como Latossolo Vermelho eutrófico, A moderado (EMBRAPA, 1999), com três repetições de 50 sementes para cada lote, distribuídas manualmente em sulcos de 1,5 m de comprimento e espaçados em 0,25 m, à profundidade de 2 a 3 cm. Os testes foram realizados em três épocas de semeadura (26 de novembro, 3 e 10 de dezembro de 1999). A avaliação da porcentagem de emergência das plântulas foi realizada 14 dias após a semeadura (NAKAGAWA, 1999); **Emergência de plântulas em laboratório sob diferentes potenciais hídricos**: foram realizados experimentos usando-se terra como substrato, com quatro diferentes potenciais mátricos (-0,03, -0,2, -0,4 e -0,6 MPa). A umidade da terra à base de volume, correspondente a cada valor de potencial mátrico, foi determinada a partir da curva característica de retenção de água da terra usada. Foi utilizada terra fina seca ao ar, retirada de área adjacente ao local onde foi conduzido o teste de emergência de plântulas em campo, que tem o solo classificado como Latossolo Vermelho eutrófico, A moderado (EMBRAPA, 1999). A terra foi retirada da porção superficial do solo (até 20 cm de profundidade) e peneirada para eliminação de torrões, permanecendo armazenada em caixas. A seguir, determinou-se o teor de água, usando-se quatro amostras de, aproximadamente, 100 g, as quais foram pesadas e levadas para secar em estufa a 105 ± 3 °C, por 24 h, para, em seguida, serem novamente pesadas para a determinação do teor de água. Para a avaliação da emergência de plântulas, utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes, semeadas em caixas de plástico (28,5 cm de comprimento x 18,5 cm de largura x 10,0 cm de altura) contendo 3,5 kg de terra. Após a determinação do teor de água inicial da terra pelo método gravimétrico (EMBRAPA, 1997) e da quantidade de água a ser adicionada, com base na curva de retenção de água, foi calculada a quantidade de água necessária para a obtenção dos potenciais mátricos previamente estabelecidos (Tabela 1).

Determinada a quantidade de água a ser adicionada ao substrato em cada caixa (Tabela 1), para as quatro repetições de cada lote, procedeu-se à mistura da água com a terra e à homogeneização para que se pudesse ter em

todo o volume do substrato, umidade uniforme. Após esse procedimento, a terra foi coberta com saco de polietileno preto para evitar a evaporação, por 24 h, de modo a permitir a uniformização da umidade. Em seguida, a terra foi distribuída em caixas de plástico, sendo realizada a semeadura, com 50 sementes por caixa, à profundidade de 2 cm.

Os valores determinados em cada situação foram calculados de acordo com a seguinte equação:

$$V = \frac{10m(\theta_c - \theta_i)}{d}$$

sendo:

V = volume de água por caixa de plástico (cm^3); m = massa de terra correspondente a cada caixa de plástico (g); θ_c = umidade à base de volume correspondente ao potencial mátrico desejado (%); θ_i = umidade inicial da terra, à base de volume (%); d = densidade da terra nas caixas (kg cm^{-3}).

Após a semeadura, cada caixa foi envolta em saco de polietileno transparente (50 cm de largura x 80 cm de comprimento x 0,14 mm de espessura), evitando assim evaporação, que poderia causar alterações nos potenciais estabelecidos. Os sacos foram fixados sobre varetas de bambu (30 cm) colocadas em cada um dos quatro cantos da caixa. A extremidade do saco foi dobrada sob a caixa, mantendo-se a vedação com o peso da mesma. Essas caixas, após a semeadura, foram mantidas em ambiente de laboratório sem controle da temperatura (25 a 30 °C) e da umidade relativa do ar. O teste foi avaliado 10 dias após a semeadura, quando as sementes não-germinadas já se encontravam em processo de deterioração, com a formação de micélios de fungos junto às mesmas. Considerou-se como plântula emergida aquela que, após romper a superfície do substrato, apresentou plúmula, cotilédones e hipocótilo bem diferenciados.

Os dados foram analisados usando-se delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. No caso da emergência de plântulas de soja em campo, a análise foi realizada por época de semeadura. Para os resultados de condutividade elétrica e emergência de plântulas, fez-se análise de correlação.

Resultados e discussão

O teor de água inicial das sementes de soja variou de 10,9 a 11,8% (Tabela 2), fato importante para a condução dos testes de envelhecimento acelerado (EA) e de condutividade elétrica (CE) (HAMPTON & TEKRONY,

1995; VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999; VIEIRA et al., 2002), cujos resultados podem ser influenciados pela umidade inicial das sementes. Após o envelhecimento acelerado, o teor de água apresentou variação compatível com o já observado por vários autores (AOSA, 2003; HAMPTON & TEKRONY, 1995; MARCOS

FILHO, 1999; VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999). A germinação inicial das sementes de todos os lotes apresentou padrão adequado para a comercialização ($\geq 80\%$), variando de 81 a 91 % (Tabela 2).

Tabela 1 - Volumes de água necessários para atingir os quatro níveis de disponibilidade de água no substrato.

Table 1- Water volumes necessary to reach the four levels of water availability in the substratum.

$^1\theta_i$ ($\text{cm}^3 100 \text{ cm}^{-3}$)	Potencial mátrico/ Matrix potential (MPa)	$^2\theta_c$ ($\text{cm}^3 100 \text{ cm}^{-3}$)	$\theta_c - \theta_i$ (%)	V^3 (cm^3)
2,4	- 0,03	22,0	19,6	527,7
	- 0,2	16,5	14,1	379,6
	- 0,4	14,8	12,4	333,8
	- 0,6	14,0	11,6	312,3
3,2	- 0,03	22,0	18,8	506,1
	- 0,2	16,5	13,3	358,1
	- 0,4	14,8	11,6	312,3
	- 0,6	14,0	10,8	290,7
3,6	- 0,03	22,0	18,4	495,3
	- 0,2	16,5	12,9	347,3
	- 0,4	14,8	11,2	301,5
	- 0,6	14,0	10,4	280,0
5,9	- 0,03	22,0	16,1	433,5
	- 0,2	16,5	10,6	285,4
	- 0,4	14,8	8,9	239,6
	- 0,6	14,0	8,1	218,1

$^1\theta_i$ – umidade inicial da terra peneirada ($\text{cm}^3 100 \text{ cm}^{-3}$); $^2\theta_c$ – umidade da terra relativa ao potencial mátrico correspondente ($\text{cm}^3 100 \text{ cm}^{-3}$); 3V – volume de água aplicado por caixa (cm^3).

$^1\theta_i$ - inicial moisture of the sifted soil ($\text{cm}^3 100 \text{ cm}^{-3}$); $^2\theta_c$ – soil moisture related to the corresponding matrix potential ($\text{cm}^3 100 \text{ cm}^{-3}$); 3V – Applied volume of water per plastic box.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Tabela 2 - Teor de água (TA), germinação (G) e vigor, avaliado pelos testes de envelhecimento acelerado (EA) e de condutividade elétrica (CE), de sete lotes de sementes de soja, cv. Conquista.¹

Table 2 – Water content (TA), germination (G) and vigor valued by accelerated aging (EA) and electric conductivity (CE) tests of seven lots of soybean seeds cv. Conquista.¹

Lotes/ Lots	TA		G	Vigor	
	Inicial/Initial	Após EA/ Before EA		EA	CE
			-----%-----		
			$\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$		
1	11,1	26,4	88 a	82 ab	88 a
2	11,8	27,5	91 a	88 a	68 c
3	11,4	26,5	91 a	88 a	67 c
4	11,6	25,9	90 a	87 a	70 c
5	11,4	27,3	88 a	88 a	68 c
6	11,3	26,3	91 a	86 a	73 bc
7	10,9	27,5	81 b	79 b	82 ab
CV (%)			5,44	5,96	10,05

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

¹ Means in the same column, followed by the same letter, are not statistically different at 5% of probability level according to the Tukey test.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Na primeira etapa do trabalho, os resultados dos testes de EA e de CE classificaram os lotes como de alto (2; 3; 4 e 5) e de baixo (7) vigor. No caso da CE, os resultados foram eficientes para a separação dos lotes em diferentes níveis de vigor: alto (2; 3; 4 e 5), intermediário (6) e baixo (1 e 7). Os valores obtidos variaram de 67 a 88 $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$. Para sementes de soja, lotes que apresentam CE de 60-70 $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ têm sido classificados como de alto vigor e, entre 70 a 80 $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$, são considerados como de vigor médio (VIEIRA, 1994). Regra geral verificou-se que os maiores valores de lixiviação corresponderam às meno-

res porcentagens de germinação, mostrando ser este um bom indicador do potencial fisiológico de sementes. Resultados semelhantes foram encontrados por DIAS & MARCOS FILHO (1996), quando trabalharam com sementes de soja, os quais verificaram que maiores valores de lixiviação de solutos corresponderam às menores porcentagens de plântulas normais. Entretanto, em condições ambientais de temperatura e umidade do solo favoráveis, lotes com condutividade de até 100-110 $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ têm apresentado desempenho satisfatório em campo (PAIVA-AGUERO et al., 1997; VIEIRA et al., 1999ab).

Tabela 3 - Emergência de plântulas de soja em campo, oriundas de sete lotes de sementes, cultivar Conquista, em três épocas de semeadura.¹

*Table 3 – Field emergency of soybean seedlings of Conquista cultivar arising from seven lots of seeds, in three sowing times.*¹

Lotes/ Lots	Épocas de semeadura/Sowing times		
	26-11-1999	3-12-1999	10-12-1999
 %		
1	76 a	80 a	88 a
2	84 a	87 a	84 a
3	86 a	87 a	81 a
4	85 a	89 a	82 a
5	84 a	88 a	82 a
6	81 a	80 a	85 a
7	76 a	80 a	82 a
CV(%)	9,64	6,11	8,64

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

¹ Means in the same column, followed by the same letter, are not statistically different at 5% of probability level according to the Tukey test.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Os testes de vigor devem apresentar, dentre as suas características, relação com a emergência de plântulas (MARCOS FILHO, 1999; TEKRONY, 1983). De acordo com os resultados obtidos, a emergência de plântulas (EP) em campo, nas três épocas de semeadura, não apresentou diferenças entre os lotes, com média geral de 83% (Tabela 3).

Na Figura 1, encontra-se a regressão linear entre os resultados de CE e EP em campo. A emergência de plântulas em campo aumentou à medida que o valor da CE diminuiu, o que confirma dados já obtidos por VIEIRA et al. (1999a), também com sementes de soja. A relação entre os resultados da CE e de EP em campo indica que, por meio da CE, pode-se estimar o desempenho de plântulas de soja em campo, dependendo das condições climáticas (temperatura e precipitação) predominantes por ocasião da semeadura e do nível de vigor dos lotes utilizados (VIEIRA et al., 1999ab).

Com relação à emergência das plântulas de soja em laboratório, sob diferentes condições hídricas, verificou-se que a disponibilidade de

água afetou significativamente a germinação total das sementes, dependendo do nível de estresse hídrico presente no substrato e do padrão de vigor dos lotes (Figura 2). As maiores porcentagens de EP foram obtidas nos potenciais de -0,2 e -0,4 MPa, enquanto, nos potenciais de -0,03 e -0,6 MPa, foram verificados os menores valores, atribuídos provavelmente ao excesso e à deficiência de água, respectivamente.

Em se tratando da disponibilidade de água no substrato (terra), quanto maior o valor do potencial mátrico, maior será a quantidade de água disponível para o processo de germinação e emergência das plântulas. Potencial hídrico mais negativo indica redução na disponibilidade de água, trazendo conseqüentes dificuldades para que o processo de germinação e a emergência de plântulas ocorram de modo satisfatório.

Sementes mais vigorosas têm condições de apresentar melhor desempenho em condições de deficiência hídrica do que aquelas menos vigorosas (HADAS, 1977). Nos valores de

-0,2 e -0,4 MPa, o desempenho foi similar. O maior potencial fisiológico (germinação e vigor) de um lote de sementes coloca-o com maior probabilidade para desempenho superior em uma faixa mais ampla de condições ambientais

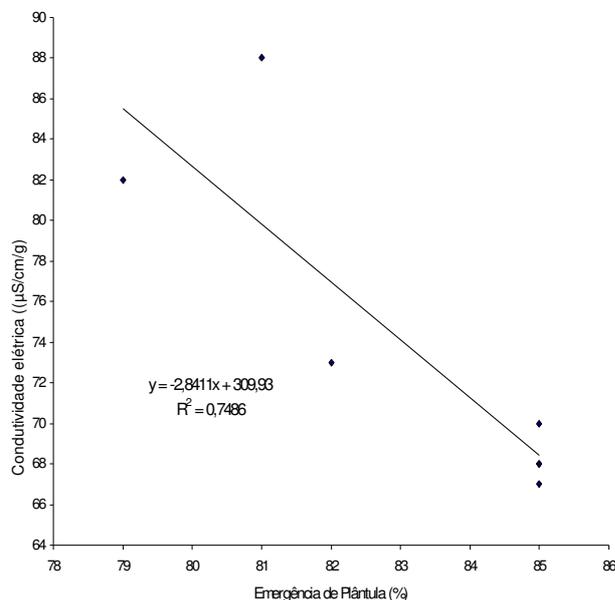


Figura 1 - Relação entre os resultados de condutividade elétrica da solução de embebição de sementes e os da emergência de plântulas em campo.

Figure 1 – Relation among electrical conductivity of the soaked seed solution and field seedling emergency results.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Conclusões

A condutividade elétrica da solução de embebição de sementes pode estimar a emergência de plântulas de soja em campo.

A estimativa da emergência de plântulas pelo teste de condutividade elétrica reduz-se, à medida que o nível de disponibilidade hídrica se torna mais crítico.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS–AOSA. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 2002. 105p. (Contribution, 32)

BEWLEY, J. D. Membrane changes in seeds as related to germination and the perturbations resulting from deterioration in storage. In: McDONALD JR., M. B.; NELSON, C. J. (Ed.) **Physiology of seed deterioration** Madison: Crop Science Society American, 1986. p. 1-25.

quando da semeadura em campo (EGLI & TEKRONY, 1996; MARCOS FILHO, 1999; VIEIRA, 1994).

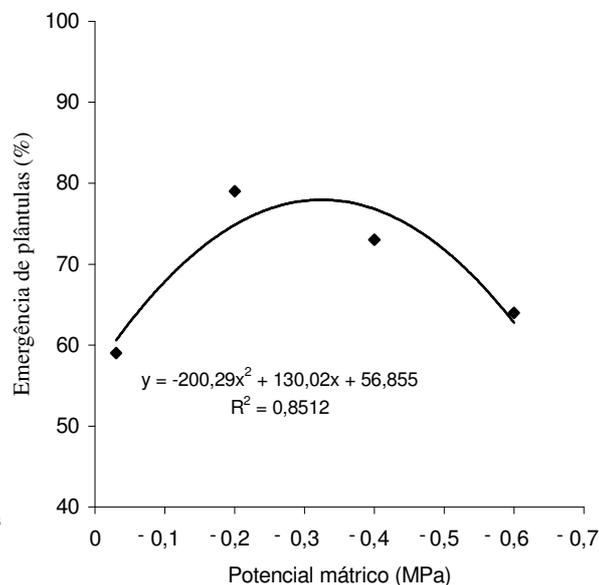


Figura 2 - Emergência de plântulas em laboratório, em função dos potenciais mátricos do substrato (terra).

Figure 2 – Seedling emergency in laboratory as a function of matrix potential of the substratum (soil).

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

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, 1996.

EGLI, D. B.; TEKRONY, D. M. Seedbed conditions and prediction of field emergence of soybean seed. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 9, n. 3, p. 365-370, 1996.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (Documentos, 1)

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 p.

HADAS, A. A simple laboratory approach to test and estimate seed germination performance under field conditions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, n. 4, p. 582-588, 1977.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigour test methods**. Zurich: ISTA, 1995. 117 p.

ISTA. International Seed Testing Association. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 24, n.1, p. 1-335. 1996.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 1, p. 1-21.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999. cap. 2, p.1-24.

PAIVA-AGUERO, J. A.; VIEIRA, R. D.; BITTENCOURT, S. R. M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 225-60, 1997.

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

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**, Zurich, v. 27, n. 1, p. 67-75, 1999b.

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, n. 9, p. 1333-1338, 2002.

VIEIRA, R. D.; SCAPPA-NETO, A.; BITTENCOURT, S. R. M.; PANOBIANCO, M. Electrical conductivity of the seed soaking solution and soybean seedling emergence. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 2, p. 164-168, 2004.

Recebido em 06-06-2005

Aceito para publicação em 16-12-2006