



Acta Scientiarum. Agronomy

ISSN: 1679-9275

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá

Brasil

Pelegrinello Schuab, Sandra Regina; de Lucca e Braccini, Alessandro; de Barros França Neto, José;
Scapim, Carlos Alberto; Meschede, Dana Kátia

Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo

Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 28, núm. 4, octubre-diciembre, 2006, pp. 553-560

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026571017>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo

Sandra Regina Pelegrinello Schuab¹, Alessandro de Lucca e Braccini^{2*}, José de Barros França Neto³, Carlos Alberto Scapim² e Dana Kátia Meschede⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá. ²Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Soja), Cx. Postal 231, 86001-970, Londrina, Paraná, Brasil. ⁴Universidade Estadual de Mato Grosso (Unemat), Av. São João, s/n, Cáceres, Mato Grosso, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: albraccini@uol.com.br

RESUMO. Objetivou-se, nesse estudo, comparar os diferentes testes empregados na avaliação do vigor das sementes de soja e verificar a sua relação com a emergência das plântulas em campo. Assim, o vigor das sementes de soja de dez cultivares foi avaliado por meio dos seguintes testes: emergência das plântulas em campo; germinação; emergência das plântulas em leito de areia; velocidade de emergência em areia; envelhecimento acelerado; frio modificado; tetrazólio (1-3 e 1-5) e condutividade elétrica. Foi possível observar que os testes de envelhecimento acelerado, germinação, tetrazólio e condutividade elétrica foram os que melhor se correlacionaram com a emergência em campo. Além disso, a interpretação dos resultados obtidos entre os testes de laboratório e de emergência em campo não deve considerar apenas a análise de correlação.

Palavras-chave: *Glycine max*, germinação, vigor, correlação.

ABSTRACT. Soybean physiological seed potential and the relationship with seedlings emergence in field. The objective of this work was to compare different tests used to evaluate soybean seed vigour and to verify their relationship with seedlings emergence in field. Thus, the soybean seed vigour of ten cultivars was evaluated by the following tests: seedling emergence in field, standard germination, seedlings emergence in sand seedbed, speed of emergence in sand seedbed, accelerated aging, modified cold test, tetrazolium (1-3 and 1-5) and electrical conductivity. The accelerating aging, standard germination, tetrazolium and electrical conductivity tests showed higher correlations with field emergence. The results obtained from laboratory tests and seedlings emergence in field should not consider only the correlation analysis.

Key words: *Glycine max*, germination, vigour, correlation analysis.

Introdução

O termo “vigor”, empregado para sementes, engloba as características que determinam o potencial para emergência rápida e uniforme, bem como o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla variação das condições de campo (McDonald Junior, 1980). De acordo com o autor, esse conceito enfatiza o potencial de desempenho das sementes sob diversas condições ambientais, permitindo diferenciar a germinação do vigor.

O teste de germinação tem sido amplamente utilizado na avaliação da qualidade de diferentes lotes de sementes. Entretanto esse teste é realizado em condições controladas de umidade, temperatura e aeração. Dessa maneira, nem sempre uma alta porcentagem de germinação em laboratório resulta em um excelente desempenho no campo. Isso é

devido à ocorrência da diversidade de condições ambientais em que as sementes estão sujeitas no campo e que podem afetar, em maior ou menor escala, o estabelecimento inicial da cultura. Desse modo, o uso de sementes de alta qualidade pode ser decisivo no sucesso do investimento, sendo, portanto, indispensável ao produtor (Popinigis, 1985; Vieira, 1988).

Nesse sentido, os testes de vigor são indispensáveis, pois permitem avaliar com maior precisão o desempenho dos lotes de sementes no campo, em relação ao teste de germinação (Delouche e Caldwell, 1969; Zink *et al.*, 1976). Os testes que avaliam o vigor das sementes de diferentes lotes baseiam-se em aspectos que podem estar relacionados à fisiologia, a processos metabólicos ou, até mesmo, a características físicas das sementes. Entretanto a eficiência dos testes de vigor depende da escolha adequada do método, em função dos

objetivos pretendidos, pois nem sempre o teste mais indicado para avaliar o potencial de emergência das plântulas em campo é também o mais adequado para detectar diferenças entre o potencial de armazenamento dos lotes de sementes de determinada espécie (Marcos Filho, 1999a). Além disso, para que o teste seja eficiente, precisa apresentar boa correlação com a emergência das plântulas em campo, tendo em vista que é nesse local, onde as condições climáticas são bastante variadas, que o sucesso no estabelecimento inicial das plantas e, consequentemente, do empreendimento será analisado.

Dessa forma, o presente estudo objetivou comparar os diferentes testes utilizados na avaliação do potencial fisiológico das sementes de soja e verificar a relação desses testes com a emergência das plântulas em campo.

Material e métodos

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Núcleo de Pesquisas Aplicadas à Agricultura (Nupagri) e na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá. Foram utilizados 10 lotes de sementes representados pelos seguintes cultivares de soja: BRS 133, BRS 134, BRS 155, BRS 184, BRS 212, BRS 213, BRS 215, BRS 216, CD 202 e CD 210. Os referidos lotes foram provenientes do Sistema de Produção de Sementes Básicas da Embrapa Soja, em Londrina, Estado do Paraná, colhidos no ano agrícola de 1999/00.

A qualidade fisiológica das sementes das diferentes cultivares foi avaliada por meio dos seguintes testes:

Emergência das plântulas em campo

A emergência das plântulas em campo foi realizada com 4 subamostras de 100 sementes para cada tratamento e repetição de campo, distribuídas em sulcos com 1,0 m de comprimento. A profundidade de semeadura foi de, aproximadamente, 3,0 cm e o espaçamento entre linhas, de 0,5 m. Os dados de temperatura máxima e mínima, precipitação pluvial e umidade relativa do ar, referentes ao período de avaliação do teste, estão apresentados na Tabela 1. Ao final do décimo terceiro dia após a semeadura das sementes, quando não foi observada emergência de novas plântulas, avaliou-se a porcentagem de plântulas normais.

Tabela 1. Temperaturas máxima e mínima, precipitação pluvial e umidade relativa do ar observadas nos meses de outubro e novembro de 2002, em Maringá, Estado do Paraná, na condução do teste de emergência das plântulas em campo.

Dia/mês	Temperatura		Precipitação pluvial (mm)	Umidade relativa (%)
	máxima (°C)	mínima (°C)		
20/10	32,0	20,0	0,0	61,3
21/10	34,0	18,0	0,0	59,6
22/10	32,0	18,0	31,0	85,5
23/10	33,0	17,0	0,0	77,7
24/10	29,0	17,0	0,0	74,6
25/10	25,0	21,0	0,0	74,7
26/10	32,0	20,0	0,0	77,6
27/10	32,0	18,0	4,1	78,2
28/10	32,0	18,0	0,0	71,0
29/10	32,0	22,0	0,0	66,2
30/10	30,0	20,0	1,1	70,7
01/11	28,0	20,0	0,0	67,8
02/11	31,0	19,0	0,0	70,8

20/10	32,0	20,0	0,0	61,3
21/10	34,0	18,0	0,0	59,6
22/10	32,0	18,0	31,0	85,5
23/10	33,0	17,0	0,0	77,7
24/10	29,0	17,0	0,0	74,6
25/10	25,0	21,0	0,0	74,7
26/10	32,0	20,0	0,0	77,6
27/10	32,0	18,0	4,1	78,2
28/10	32,0	18,0	0,0	71,0
29/10	32,0	22,0	0,0	66,2
30/10	30,0	20,0	1,1	70,7
01/11	28,0	20,0	0,0	67,8
02/11	31,0	19,0	0,0	70,8

Teste de germinação

Foi realizado com 4 subamostras de 50 sementes para cada tratamento e repetição. As sementes foram semeadas em papel-toalha umedecido com água destilada, utilizando-se a quantidade de água equivalente a três vezes a massa do papel seco. Foram confeccionados rolos sendo estes levados para germinador previamente regulado a 25°C. Foram realizadas avaliações do número de plântulas normais aos cinco e oito dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, segundo as prescrições contidas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Primeira contagem do teste de germinação

A primeira contagem do teste de germinação foi efetuada em conjunto com o procedimento anterior, utilizando-se a mesma metodologia, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no quinto dia após a semeadura (Brasil, 1992).

Emergência das plântulas em substrato de areia

A emergência das plântulas em substrato de areia foi conduzida com 4 subamostras de 50 sementes para cada tratamento e repetição. A areia utilizada foi previamente lavada, esterilizada com brometo de metila e colocada em bandejas plásticas, sendo irrigada durante dois dias consecutivos para acomodação do leito. Na semeadura foram abertos sulcos longitudinais em cada bandeja, com auxílio de sulcador de madeira, com 3 cm de profundidade e espaçados de 4 cm entre si, utilizando-se 50 sementes por sulco. O teste foi realizado em condições de casa de vegetação e a umidade mantida com irrigações moderadas, no mesmo período em que foram conduzidos os testes em laboratório. Foram efetuadas anotações diárias do número de plântulas emergidas até que esse número se mantivesse constante. Ao final do décimo terceiro dia, após a semeadura das sementes, quando não foi observada emergência de novas plântulas, avaliou-se a porcentagem de plântulas normais conforme as prescrições contidas nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992).

Teste de frio modificado

O teste de frio modificado foi realizado com 4 subamostras de 50 sementes por tratamento e repetição, sendo que a semeadura foi realizada em papel-toalha umedecido com água destilada na proporção de três vezes a massa do papel seco. Os rolos confeccionados foram envoltos por sacos plásticos, lacrados com fita adesiva e mantidos em câmara de germinação (B.O.D) a 10°C por cinco dias. Ao término desse período, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e levados para germinador a 25°C por quatro dias. Posteriormente, foi realizada a avaliação computando-se o número de plântulas normais (Barros *et al.*, 1999). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, segundo os critérios adotados para o teste de germinação (Brasil, 1992).

Velocidade de emergência em areia

A Velocidade de emergência em areia foi conduzida em conjunto com o teste de emergência em areia. As contagens do número de plântulas emergidas, ou seja, com os cotilédones completamente acima do nível do solo, foram realizadas diariamente, sem que estas fossem descartadas, obtendo-se, portanto, um valor cumulativo. Dessa maneira, o número de plântulas emergidas referentes a cada contagem foi obtido subtraindo-se do valor lido com o valor referente à leitura do dia anterior. Dessa forma, com o número de plântulas emergidas referentes a cada leitura, obtido em casa de vegetação (substrato de areia), foram calculados a velocidade de emergência (VE), o índice de velocidade de emergência (IVE) e o coeficiente de velocidade de emergência (CVE), empregando-se as seguintes fórmulas:

a) velocidade de emergência (Edmond e Drapala, 1958):

$$VE = \frac{(N_1G_1) + (N_2G_2) + \dots + (N_nG_n)}{G_1 + G_2 + \dots + G_n},$$

em que:

VE = velocidade de emergência (dias); G = número de plântulas emergidas observadas em cada contagem; N = número de dias da semeadura a cada contagem.

b) índice de velocidade de emergência (Maguire, 1962):

$$IVE = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n},$$

em que:

IVE = índice de velocidade de emergência; G e N = possuem o mesmo significado da fórmula anterior.

c) coeficiente de velocidade de emergência (Furbeck *et al.*, 1993):

$$CVE = \frac{G_1 + G_2 + \dots + G_n}{(N_1G_1) + (N_2G_2) + \dots + (N_nG_n)} \times 100,$$

em que:

CVE = coeficiente de velocidade de emergência; G e N = possuem o mesmo significado das fórmulas anteriores.

Teste de tetrazólio

O teste de tetrazólio foi conduzido com 2 subamostras de 50 sementes para cada tratamento e repetição, as quais foram pré-condicionadas em papel-toalha umedecido com água destilada por 16 horas em germinador a 25°C. Decorrido esse período, as sementes foram transferidas para copos plásticos e imersas em solução de tetrazólio (0,075%) por 3 horas, em estufa incubadora a 40°C, no escuro. Após o processo de coloração, as sementes foram classificadas quanto ao vigor e viabilidade em níveis de 1 a 8, segundo os critérios propostos por França Neto *et al.* (1998). Os potenciais de vigor e de germinação foram expressos em porcentagem (França Neto *et al.*, 1999).

Condutividade elétrica

A condutividade elétrica foi conduzida utilizando-se 4 subamostras de 50 sementes para cada tratamento e repetição. Inicialmente, as sementes foram colocadas em copos plásticos e pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g. Após a pesagem, foram adicionados 75 mL de água deionizada nos copos contendo as sementes. Estes foram, então, mantidos em câmara de germinação a 25°C por 24 horas (Loeffler *et al.*, 1988). O grau de umidade das sementes foi previamente determinado pelo método da estufa a 105°C ± 3°C durante 24 horas (Brasil, 1992), utilizando-se duas repetições de 10 g (Tabela 2). Logo após, a leitura da condutividade elétrica, na solução de embebição, foi realizada utilizando-se um condutivímetro microprocessado digital de bancada, modelo ACA 150, da marca Alpax. O valor indicado pelo aparelho foi anotado e dividido pelo peso obtido de cada subamostra. Desse modo, o resultado obtido foi expresso em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

Tabela 2. Média dos valores do grau de umidade inicial das sementes das diferentes cultivares de soja, antes de serem submetidas ao teste de condutividade elétrica.

Cultivar	Grau de umidade (%)
BRS 133	8,38
BRS 134	8,71
BRS 155	8,03
BRS 184	8,05
BRS 212	8,68
BRS 213	8,44
BRS 215	8,38
BRS 216	8,61
CD 202	8,27
CD 210	8,05

Envelhecimento acelerado

O envelhecimento acelerado foi conduzido com 4 subamostras de 50 sementes por tratamento e repetição, as quais foram dispostas sobre tela de aço inox inserida no interior de caixas plásticas (gerbox) contendo 40 mL de água (Krzyszynowski *et al.*, 1991). Posteriormente, as caixas foram levadas à câmara de germinação a 41°C por 48 horas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi realizada no quinto dia após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais (Marcos Filho, 1999b). Os resultados foram expressos em porcentagem.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 4 repetições para cada característica avaliada em laboratório. No campo, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, com o mesmo número de repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e de correlação. As médias foram comparadas por meio do método de agrupamento de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade. Não foi necessária a transformação dos dados, pois todas as pressuposições básicas para análise de variância foram atendidas.

Resultados e discussão

Na Tabela 3 são apresentadas as médias estimadas do potencial fisiológico das sementes de dez cultivares

de soja, avaliadas por intermédio de doze variáveis e submetidas ao método de agrupamento de médias de Scott e Knott (1974). O teste de emergência das plântulas em campo evidenciou as sementes da BRS 216 e BRS 134 como as de melhor qualidade, ao passo que as sementes da CD 210 foram as que apresentaram menor vigor na referida avaliação. A emergência em areia destacou, ainda, as sementes das seguintes cultivares como as de maior vigor: BRS 216, BRS 134, BRS 133, BRS 212, BRS 155, BRS 213, BRS 215 e BRS 184. Por outro lado, as sementes da CD 202 e, novamente, da CD 210 foram as de pior desempenho. Esses resultados evidenciam que o teste de emergência em areia apresentou menor sensibilidade na distinção do vigor entre as sementes das cultivares de melhor qualidade (Tabela 3).

Resultados semelhantes foram obtidos por Braccini *et al.* (1994), os quais verificaram que o teste de emergência das plântulas em leito de areia superestimou a qualidade fisiológica das sementes dos genótipos de soja avaliados, tendo apresentado resultados superiores àqueles obtidos por intermédio do teste de germinação. Esse resultado está relacionado com a infecção das sementes por *Phomopsis* sp, visto que a presença desse fungo está restrita, na maioria dos casos, apenas ao tegumento, causando variações nos resultados obtidos entre o teste de germinação e àquele conduzido na areia ou no solo (França Neto e Henning, 1992).

Tabela 3. Médias estimadas do potencial fisiológico das sementes de soja provenientes de dez cultivares obtidas pelos testes de emergência das plântulas em campo, emergência em substrato de areia, plântulas normais na primeira contagem e na contagem final do teste de germinação, tetrazólio (1-3 e 1-5), condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, frio modificado, índice de velocidade de emergência em areia (IVE), velocidade de emergência em areia (VE) e coeficiente da velocidade de emergência em areia (CVE).

Cultivares	Características avaliadas ¹											
	Emerg. em campo	Emerg. em areia	Germ. (1 ^a cont)	Germ. (cont. final)	Tetraz. (1-3)	Tetraz. (1-5)	Cond. elétrica	Envelh. acelerado	Frio modif.	IVE	VE	CVE
% -----												
BRS 216	78 a	91 a	58 d	70 c	67 a	79 a	93,12 b	63 a	11 f	10,49 a	4,73 f	21,17 a
BRS 134	77 a	95 a	83 a	91 a	66 a	79 a	72,83 d	57 a	61 b	10,05 a	6,50 c	20,15 a
BRS 133	72 b	89 a	70 b	82 b	65 a	83 a	82,13 c	50 b	19 e	10,75 a	4,53 f	21,50 a
BRS 212	70 b	88 a	72 b	83 b	54 b	80 a	74,44 d	60 a	53 c	8,58 b	5,92 d	16,94 c
BRS 155	66 c	86 a	74 b	82 b	58 b	75 a	81,50 c	36 c	38 d	7,50 c	5,01 f	15,48 d
BRS 213	63 c	88 a	79 a	85 b	50 b	77 a	82,17 c	44 b	73 a	9,22 b	5,44 e	18,33 b
CD 202	59 c	44 b	65 c	73 c	34 c	59 b	95,06 b	40 c	65 b	0,74 e	7,62 a	12,51 f
BRS 215	54 d	84 a	72 b	80 b	38 c	60 b	91,64 b	46 b	51 c	9,06 b	5,33 e	18,85 b
BRS 184	49 d	88 a	34 e	54 d	35 c	62 b	104,33 a	15 d	11 f	6,96 c	6,58 c	15,39 d
CD 210	29 e	48 b	19 f	27 e	30 c	57 b	107,32 a	0 e	7 f	5,87 d	7,12 b	14,16 e
Média	62	80	63	73	50	71	88,454	41	39	7,92	5,88	17,44
CV(%)	11,91	9,20	10,07	8,11	18,62	9,88	9,165	16,95	12,81	9,22	7,72	7,37

¹Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade.

De acordo com Marcos Filho *et al.* (1984), a estimativa da porcentagem de emergência em campo não é tarefa simples, uma vez que, até a presente data, não foi desenvolvida metodologia padronizada e totalmente eficiente. No entanto, é desejável a obtenção do maior número possível de informações que permitam, pelo menos, identificar lotes que possuam maiores possibilidades de apresentar melhor desempenho em campo, ou seja, avaliar corretamente

o potencial de cada lote.

O teste de germinação, avaliado por meio da porcentagem de plântulas normais obtidas na primeira contagem e na contagem final, permitiu discriminar melhor os genótipos quanto à qualidade fisiológica das suas sementes, indicando as sementes da BRS 134 como as de melhor desempenho e as da CD 210 como as que apresentaram desempenho inferior em ambas as contagens do referido teste, estando de

acordo com os resultados obtidos no teste de emergência das plântulas em campo.

A avaliação do potencial de vigor pelo teste de tetrazólio (1-3) indicou que as sementes da BRS 216, BRS 134 e BRS 133 apresentaram os maiores níveis de vigor, ao passo que as sementes da CD 202, BRS 215, BRS 184 e CD 210 apresentaram o menor vigor na referida avaliação. Em contrapartida, a avaliação do potencial de viabilidade das sementes pelo teste de tetrazólio (1-5) não permitiu uma distinção mais acurada entre as cultivares com sementes de melhor qualidade. Nessa característica, não foi constatada diferença significativa entre os resultados obtidos na avaliação da qualidade das sementes das cultivares de melhor desempenho, ou seja, entre BRS 216, BRS 134, BRS 133, BRS 212, BRS 155 e BRS 213, assim como entre as de desempenho inferior CD 202, BRS 215, BRS 184 e CD 210.

Na avaliação da condutividade elétrica das sementes, os maiores valores foram obtidos com sementes da BRS 184 e CD 210, indicando serem estes os lotes de menor potencial fisiológico, concordando com os resultados obtidos nos testes de emergência em campo e de germinação. Portanto, o teste de condutividade elétrica apresentou sensibilidade suficiente para diferenciar o potencial fisiológico dos genótipos avaliados, conforme destacaram Kulik e Yaklich (1982). Esses autores constataram que o teste de condutividade elétrica é sensível a diferenças de vigor entre lotes com baixa qualidade fisiológica. No entanto, nenhuma dessas afirmações foi verificada no trabalho realizado por Marcos Filho *et al.* (1984).

O teste de envelhecimento acelerado, por sua vez, identificou as sementes da BRS 216, BRS 134 e BRS 212 como de potencial fisiológico superior em relação às demais cultivares estudadas, concordando com os resultados obtidos nos testes citados anteriormente. Novamente, as sementes da CD 210 foram as que obtiveram o pior desempenho após serem submetidas ao envelhecimento acelerado. Kulik e Yaklich (1982) destacaram a eficiência do envelhecimento acelerado no sentido de detectar diferenças de vigor em sementes de soja, tanto em lotes de alta como de baixa qualidade, estando de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho. No entanto, esses resultados não foram observados no trabalho conduzido por Marcos Filho *et al.* (1984), que constataram a tendência de identificação apenas dos lotes com qualidade elevada e o agrupamento dos demais lotes em níveis muito baixos de vigor.

O teste de frio modificado não apresentou resultados consistentes com os demais testes avaliados, principalmente na classificação das cultivares de melhor desempenho, não sendo, portanto, confiável na avaliação do vigor das

sementes de soja. Esse teste classificou as sementes da BRS 213 como as mais vigorosas, enquanto o menor vigor foi observado nas sementes da BRS 216, BRS 184 e CD 210. Na maioria dos testes avaliados, as sementes da BRS 216 apresentaram desempenho elevado. Da mesma forma, o cálculo de velocidade de emergência (VE) apresentou resultados pouco coerentes com os demais testes. Nessa avaliação, os menores valores de velocidade de emergência e, portanto, o maior potencial fisiológico foi apresentado pelas sementes da BRS 216, BRS 133 e BRS 155, ao passo que o maior valor de velocidade de emergência, indicando as sementes de menor vigor foi obtido pelas sementes da CD 202.

Marcos Filho *et al.* (1984) e Popinigis (1973) verificaram que tanto a primeira contagem quanto a velocidade de germinação pouco acrescentou à eficiência do teste de germinação para a separação de diferentes níveis de qualidade dos lotes estudados.

As demais fórmulas de velocidade de emergência, ou seja, os cálculos do índice de velocidade de emergência (IVE) e do coeficiente de velocidade de emergência (CVE) revelaram tendências muito similares entre si. A utilização dessas fórmulas permitiu inferir que as sementes da BRS 216, BRS 134 e BRS 133 apresentaram o maior potencial fisiológico, enquanto o menor potencial foi obtido pelas sementes da CD 202, uma vez que essa última apresentou os menores valores nas duas fórmulas mencionadas anteriormente.

A análise das médias estimadas da qualidade fisiológica das sementes provenientes de dez cultivares de soja (Tabela 3) permite inferir que a BRS 134 foi a de melhor vigor na maioria dos testes, com exceção no teste de frio modificado e no cálculo da velocidade de emergência (VE), tendo apresentado desempenho superior ou no mínimo igual aos demais. Em contrapartida, as sementes da CD 210, seguidas pela BRS 184 foram as que tiveram desempenho inferior ou no máximo igual às demais, com exceção dos resultados obtidos na avaliação da velocidade de emergência, em que as sementes da CD 202 necessitaram de número significativamente maior de dias para emergência das plântulas e, portanto, menor vigor em relação aos demais.

Esses resultados permitem destacar a importância da utilização de vários testes para a avaliação do vigor das sementes de soja, conforme sugerido por diversos autores (Tekrony e Egli, 1977; Egli e Tekrony, 1979; Kulik e Yaklich, 1982; Marcos Filho *et al.*, 1984; Egli e Tekrony, 1995 e Marcos Filho, 1999a), pois, dependendo do método utilizado, as informações podem ser totalmente distintas.

A maioria dos estudos efetuados com o objetivo de relacionar o desempenho das sementes de soja com a emergência das plântulas em campo envolve

análise de correlação entre os dados obtidos (Tekrony, 1973; Tekrony e Egli, 1977; Johnson e Wax, 1978; Egli e Tekrony, 1979, 1995; McDonald Junior e Wilson, 1979; Kulik e Yaklich, 1982; Marcos Filho *et al.*, 1984). No presente trabalho, também foram determinados os coeficientes de correlação simples de Pearson entre os dados coletados nos diferentes testes, procurando verificar a consistência das informações obtidas nessa análise, em comparação com aquelas provenientes da comparação entre médias pelo método de agrupamento de Scott-Knott (Tabela 3).

A emergência em campo apresentou correlação significativa ($p<0,01$) com praticamente todos os testes de vigor (Tabela 4) e, também, com a germinação, com exceção do teste de frio modificado. Esse último teste, analisando os resultados obtidos no critério de agrupamento das médias (Tabela 3), apresentou pouca confiabilidade na avaliação do potencial fisiológico das sementes das diferentes cultivares em estudo. Além de não ter apresentado correlação significativa com o teste de emergência em campo, o teste de frio também não se correlacionou com a emergência em leito de areia e com a avaliação do potencial de vigor (1-3) e de viabilidade (1-5) pelo teste de tetrazólio.

Os maiores valores de correlação foram obtidos entre a primeira contagem e a contagem final do teste de germinação ($r = 0,98$), entre o índice de velocidade e coeficiente de velocidade de emergência ($r = 0,89$), bem como entre o potencial de vigor e de viabilidade pelo teste de tetrazólio ($r = 0,86$). A existência de correlação positiva e altamente significativa entre essas características era, de certa forma, esperada, pois, apesar de avaliar diferentes aspectos da qualidade fisiológica das sementes, foi conduzida simultaneamente e com as mesmas amostras.

O teste de envelhecimento acelerado, apesar de ter apresentado correlação significativa com a maioria dos testes avaliados em laboratório, no

Tabela 4. Coeficientes de correlação simples (r) estimados entre os testes de emergência em campo, de germinação e de vigor das sementes, obtidos com base na média das dez cultivares de soja.

	Emergência em campo	Emergência em areia	Germinação (1 ^a cont)	Germinação (cont. final)	Tetrazólio (1-3)	Tetrazólio (1-5)	Condutiv. elétrica	Envelhec. acelerado	Frio modif.	IVE	VE	CVE
Emergência em campo	—	0,57**	0,71**	0,74**	0,66**	0,61**	-0,60**	0,80**	0,27	0,44**	-0,46**	0,54**
Emergência em areia	—	—	0,43**	0,51**	0,54**	0,59**	-0,43**	0,51**	0,05	0,80**	-0,66**	0,69**
Germinação (1 ^a cont.)	—	—	—	0,98**	0,51**	0,50**	-0,72**	0,71**	0,70**	0,31*	-0,38**	0,39**
Germinação (Cont. final)	—	—	—	—	0,55**	0,53**	-0,72**	0,73**	0,64**	0,33*	-0,40**	0,41**
Tetrazólio (1-3)	—	—	—	—	—	0,86**	-0,57**	0,58**	0,03	0,57**	-0,50**	0,59**
Tetrazólio (1-5)	—	—	—	—	—	—	-0,57**	0,55**	0,08	0,58**	-0,51**	0,54**
Condutiv. elétrica	—	—	—	—	—	—	—	-0,58**	-0,50**	-0,36*	0,27	-0,32
Envelhec. acelerado	—	—	—	—	—	—	—	—	0,40**	-0,16	0,15	-0,07
Frio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45**	-0,45**	0,59**

campo e em casa de vegetação, não se correlacionou com a velocidade de emergência em areia, obtida por intermédio dos cálculos de velocidade (VE), do índice (IVE) e do coeficiente (CVE) de velocidade de emergência. A velocidade de emergência e o coeficiente de velocidade também não se correlacionaram com o teste de condutividade elétrica e o índice de velocidade apresentou baixa correlação ($r = -0,36$), apesar de significativa ($p<0,05$), com essa característica.

Os resultados de correlação obtidos entre o envelhecimento acelerado e os demais testes avaliados nesse trabalho estão de acordo com àqueles obtidos por Tekrony (1973), porém contrariam as informações obtidas no trabalho desenvolvido por Marcos Filho *et al.* (1984). Esses últimos autores observaram que o teste de envelhecimento acelerado praticamente não se correlacionou com os demais testes de laboratório e, também, não foi eficiente no sentido de detectar diferenças de vigor entre os lotes de sementes de soja.

Na avaliação das médias (Tabela 3), os testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica apresentaram tendências muito semelhantes entre si, bem como entre a emergência em campo, apresentando boa sensibilidade na avaliação do potencial fisiológico das sementes das dez cultivares estudadas. Contudo, os resultados obtidos entre essas três variáveis não apresentaram consistência com àqueles obtidos por meio do cálculo da velocidade de emergência, ou seja, com VE, IVE e CVE. Esses resultados obtidos no critério de agrupamento de médias por Scott e Knott (1974) foram, de certa forma, confirmados por meio da análise de correlação (Tabela 4).

De acordo com Marcos Filho *et al.* (1984), o uso exclusivo da análise de correlação na avaliação da eficiência comparativa dos testes de vigor pode contribuir para a obtenção de informações pouco consistentes.

modificado													
IVE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-0,76**	0,89**	
VE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-0,75**	
CVE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	

*r significativo a 5% de probabilidade; **r significativo a 1% de probabilidade.

Esse procedimento tem conduzido a interpretações incorretas ou incompletas, pois os dados podem se correlacionar positiva ou negativamente apenas porque apresentam tendências de variação comparáveis entre si. A capacidade de classificação dos lotes, baseada em testes de comparação de médias, tem sido mais adequada em estudos sobre a eficiência dos testes de vigor, o que confirma os resultados obtidos no presente trabalho. Conforme destacaram Tekrony e Egli (1977), a correlação significativa indica simplesmente uma tendência de variação semelhante entre duas características; não significa, entretanto, que existe uma correspondente precisão de estimativa da qualidade do lote avaliado.

A correlação entre envelhecimento e emergência foi destacada nos trabalhos conduzidos por TeKrony e Egli (1977) e Kulik e Yaklich (1982), mas não foi encontrada por Johnson e Wax (1978), todos trabalhando com sementes de soja. A correlação significativa entre a primeira contagem de germinação e a emergência foi relatada por Tekrony (1973) e Tekrony e Egli (1977).

O teste de envelhecimento acelerado foi eficiente em detectar diferenças de vigor nas sementes de soja (Tabela 3) e, também, apresentou alta correlação com a emergência em campo, em comparação com o teste de frio modificado (Tabela 4). Esses resultados não condizem com os obtidos por Torres (1998), que, trabalhando com sementes de cebola, verificou que os dados obtidos pelo envelhecimento acelerado foram menos consistentes que os apresentados pelo frio modificado.

A emergência em areia, que nos resultados obtidos pelo teste de médias demonstrou ser pouco sensível na diferenciação das cultivares de melhor potencial fisiológico (Tabela 3), apresentou correlação significativa com a maioria dos testes, exceto com o de frio modificado.

Pelo teste de condutividade elétrica, as sementes que apresentam menor lixiviação de solutos e, consequentemente, menor valor de condutividade elétrica, são as mais vigorosas, portanto, apresentam correlação negativa com os demais testes. Da mesma forma, na avaliação da velocidade de emergência (VE), as sementes que apresentam maiores valores no referido teste levam mais tempo para emergir e, portanto, são menos vigorosas e a correlação com os demais testes também é negativa. Essas características dos dois testes estão coerentes com a análise de correlação apresentada na Tabela 4.

Quanto à correlação entre os dados de laboratório e a emergência em campo, notou-se, pelo exame da

Tabela 4, que os dados de germinação (primeira contagem e contagem final), tetrazólio (1-3 e 1-5) e envelhecimento acelerado apresentaram correlações entre eles e, também, com a emergência em campo, o que condiz com os resultados apresentados na Tabela 3, pois esses testes apresentaram, na avaliação do potencial fisiológico das sementes das diferentes cultivares, tendências bastante semelhantes. Esses resultados contrariam diretamente as observações efetuadas por Marcos Filho *et al.* (1984), que observaram que os referidos testes praticamente não se correlacionaram com os de emergência.

Conclusão

Com os resultados apresentados neste estudo, foi possível concluir que:

- os testes de emergência em areia e frio modificado não devem ser aplicados na avaliação do potencial fisiológico das sementes de soja, entretanto o envelhecimento acelerado, a germinação (primeira contagem e contagem final), o tetrazólio (1-3 e 1-5) e a condutividade elétrica são bastante indicados para essa finalidade;

- a interpretação dos resultados obtidos entre os testes de laboratório e de emergência em campo não deve considerar apenas a análise de correlação, pois esta pode levar a interpretações incorretas devido à insuficiência de dados.

Referências

- BARROS, A.S.R. *et al.* Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C. *et al.* (Coord.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. cap. 5, p. 1-15.
- BRACCINI, A.L. *et al.* Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária da semente de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento. *Rev. Bras. Sem.*, Brasília, v. 16, n. 2, p. 195-200, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- DELOUCHE, J.C.; CALDWELL, W.P. Seed vigor and vigor tests. *Proc. Assoc. Off. Seed Anal.*, v. 50, n. 1, p. 124-129, 1969.
- EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. *Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, Washington, D.C., v. 71, p. 428-434, 1958.
- EGLI, D.B.; TEKRONY, D.M. Relationship between soybean seed vigor and yield. *Agron. J.*, Madison, v. 71, n. 5, p. 755-759, 1979.

- EGLI, D.B.; TEKRONY, D.M. Soybean seed germination, vigor and field emergence. *Seed Sci. Technol.*, Zürich, v. 23, n. 3, p. 595-607, 1995.
- FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. *DIACOM: Diagnóstico Completo da Qualidade da Semente de Soja*. Londrina: Embrapa/CNPSO, 1992. 22p. (Circular Técnica, 10).
- FRANÇA NETO, J.B. et al. *O teste de tetrazólio em sementes de soja*. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1998. 72p. (Documentos, 116).
- FRANÇA NETO, et al. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Coord.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. cap. 8.5, p. 1-28.
- FURBECK, S.M. et al. Relationship of seed and germination measurements with resistance to seed weathering cotton. *Seed Sci. Technol.*, Zürich, v. 21, n. 3, p. 505-512, 1993.
- JOHNSON, R.R.; WAX, L.M. Relationship of soybean germination and vigor tests to yield performance. *Agron. J.*, Madison, v. 70, n. 2, p. 273-278, 1978.
- KRZYZANOWSKI, F.C. et al. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. *Inf. Abrates*, Londrina, v. 1, n. 2, p. 15-50, 1991.
- KULIK, M.M.; YAKLICH, R.W. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: relationship of accelerated aging, cold, sand bench and speed of germination tests to field performance. *Crop Sci.*, Madison, v. 22, n. 4, p. 766-770, 1982.
- LOEFFLER, T.M. et al. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *J. Seed Technol.*, Springfield, v. 12, n. 1, p. 37-53, 1988.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.*, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Coord.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999a. cap. 1, p. 1-21.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Coord.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999b. cap. 3, p. 1-24.
- MARCOS FILHO, J. et al. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas no campo. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 19, n. 5, p. 605-613, 1984.
- McDONALD JUNIOR, M.B. Vigor test subcommittee report. *News Lett. Assoc. Off. Seed Anal.*, v. 54, n. 1, p. 37-80, 1980.
- McDONALD JUNIOR, M.B.; WILSON, D.O. An assessment of the standardization and ability of the ASA-610 to rapidly predict potential soybean germination. *J. Seed Technol.*, Springfield, v. 4, n. 2, p. 1-11, 1979.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: Agiplan, 1985. 289p.
- POPINIGIS, F. *Effects of the physiological quality of seed on field performance of soybean as affected by population density*. 1973. Thesis (Ph.D.)-Mississippi State University, Mississippi State, 1973.
- SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. *Biometrics*, Whashington, D.C., v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.
- TEKRONY, D.M. The soybean seed-field emergence complex. In: *SOYBEAN SEED CONFERENCE*, 3., s.l. *Proceedings...* s.l.: Am. Seed Trade Assoc., 1973. v. 3. p. 22-28.
- TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. *Crop Sci.*, Madison, v. 17, n. 4, p. 573-577, 1977.
- TORRES, S.B. Comparações entre diferentes testes de vigor e a correlação com a emergência no campo de sementes de cebola, *Rev. Bras. Sem.*, Brasília, v. 20, n. 1, p. 65-69, 1998.
- VIEIRA, M.G.G.C. Aspectos da integração, *tecnologia e sanidade em estudos de sementes*. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES*, 3., Lavras. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 48-57.
- VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Coord.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 4, p. 1-26.
- ZINK, E. et al. Observações sobre o comportamento de sementes de feijão sob diferentes condições de armazenamento. *Bragantia*, Campinas, v. 35, n. 38, p. 443-451, 1976.

Received on November 19, 2005.

Accepted on August 07, 2006.