

UTILIZAÇÃO DA TAXA DE CRESCIMENTO DAS PLÂNTULAS NA AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE SOJA¹

SANDRA REGINA PELEGRINELLO SCHUAB², ALESSANDRO DE LUCCA E BRACCINI³, JOSÉ DE BARROS FRANÇA NETO⁴,
CARLOS ALBERTO SCAPIM³, DANA KÁTIA MESCHDE²

RESUMO - O presente trabalho teve por objetivo estabelecer a metodologia da taxa de crescimento das plântulas na avaliação do vigor de sementes de soja. Para tanto, sementes de soja provenientes de dez lotes foram avaliadas por meio dos testes de emergência de plântulas em campo, de germinação (primeira contagem e contagem final), de envelhecimento acelerado, de frio, de tetrazólio (1-3 e 1-5), de condutividade elétrica, de comprimento de plântula, de biomassa seca das plântulas e da taxa de crescimento das plântulas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e de correlação. As médias foram comparadas por meio do teste de agrupamento de Scott-Knott. A taxa de crescimento das plântulas apresentou correlação significativa ($p < 0,01$) com todos os testes avaliados e foi considerada satisfatória na avaliação do vigor das sementes de soja.

Termos para indexação: soja, sementes, vigor, taxa de crescimento.

USE OF THE RELATIVE GROWTH RATE OF SEEDLINGS TO EVALUATE SOYBEAN SEEDS VIGOR

ABSTRACT - A study was carried out to set up the methodology of the relative growth rate of seedlings to evaluate soybean seed vigor. Soybean seeds of ten commercial seed lots were evaluated by the following tests: field emergence, germination (first and final count), accelerated aging, cold, tetrazolium (1-3 and 1-5), electrical conductivity, seedling length, dry biomass and relative growth rate of seedlings. The experimental design used was the completely randomized block with four replications. The results were submitted to variance and correlation analysis. The average results were compared by means of the Scott-Knott grouping test. The relative growth rate of seedlings showed significant correlation ($p < 0.01$) with all the evaluated seed vigor tests and was considered satisfactory in evaluating soybean seed vigor.

Index terms: soybean, seeds, vigor, relative growth rate.

INTRODUÇÃO

O teste de germinação das sementes é o mais utilizado para se avaliar a qualidade fisiológica das sementes, entretanto, este nem sempre apresenta boas correlações com a emergência de plântulas no campo. De acordo com Matthews & Powell (1986), o baixo número de plantas emergidas no campo não está freqüentemente associado às falhas na germinação, mas sim às falhas nos estádios de crescimento em

pré-emergência e pós-emergência, e isto é influenciado pelas condições do solo e pelas características das sementes relacionadas com o vigor.

A constatação da inadequação do teste de germinação para estimar a emergência das plântulas em campo, sob condições adversas de ambiente, estimulou o desenvolvimento de conceitos de vigor e, conseqüentemente, de novos testes para aumentar a eficiência da avaliação da qualidade das sementes (McDonald & Wilson, 1979). O objetivo básico dos

¹ Aceito para publicação em 11.12.2002.

² Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM); Av. Colombo 5790, 87020-900, Maringá-PR; bolsista da CAPES; e-mail: sandraschuab@uol.com.br

³ Prof. Adjunto do Depto. de Agronomia da UEM; bolsista do CNPq.

⁴ Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Soja da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Soja; Cx. Postal 231, 86001-970, Londrina-PR; bolsista do CNPq; e-mail: franca@cnpso.embrapa.br

testes de vigor é a identificação de diferenças importantes na qualidade fisiológica dos lotes, principalmente dos que possuem poder germinativo semelhante (Marcos Filho, 1994).

Diversos testes de vigor têm sido idealizados procurando avaliar e comparar o comportamento de lotes de sementes em laboratório e no campo, entretanto, a maioria dos testes de vigor disponíveis para avaliação da qualidade das sementes de soja é baseada em métodos empíricos, de baixa precisão e associados com determinados atributos ou propriedades das sementes.

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo verificar a possibilidade de utilização da taxa de crescimento das plântulas como alternativa para avaliação do vigor de sementes de soja.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Núcleo de Pesquisas Aplicadas à Agricultura (Nupagri) e na Estação Experimental do Centro Técnico de Irrigação (CTI), pertencentes ao Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá. Foram utilizados dez lotes de sementes de soja colhidos no ano agrícola de 1999/00, representados pelas cultivares BRS 133, BRS 134, BRS 155, BRS 184, Embrapa 48, BR 16, CD 202, CD 210, M-SOY 5942 e M-SOY 7501. As sementes foram avaliadas por meio dos testes de emergência de plântulas em campo, de germinação (primeira contagem e contagem final), de envelhecimento acelerado, de frio, de tetrazólio (1-3 e 1-5), de condutividade elétrica, de comprimento de plântula, de biomassa seca das plântulas e da taxa de crescimento das plântulas. Os referidos testes são descritos a seguir:

Emergência de plântulas em campo: realizado com quatro subamostras de 100 sementes para cada repetição, distribuídas em sulcos com 1,0m de comprimento. A profundidade de semeadura foi de aproximadamente 3,0cm e o espaçamento entre linhas de 0,5m. As contagens foram efetuadas diariamente após a semeadura até a total emergência das plântulas, determinando-se, então, a porcentagem de plântulas emergidas (Popinigis, 1985).

Teste de germinação: realizado com quatro subamostras de 50 sementes por lote e repetição, instalado em rolos de papel-toalha umedecidos com água destilada na proporção de 3 por 1 (mL de água destilada por massa do papel seco em gramas) e mantidos em germinador do tipo Mangelsdorf a 25°C, pelo período de oito dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, segundo as pres-

crições contidas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

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

Envelhecimento acelerado: conduzido com quatro subamostras de 50 sementes por lote e repetição, que foram dispostas em caixas plásticas, sob telas de aço inox, e levadas para uma estufa incubadora (tipo B.O.D.), a 41°C, pelo período de 48 horas. A umidade relativa no interior das caixas plásticas foi de aproximadamente 100%, conforme a metodologia descrita por Krzyzanowski et al. (1991). Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente, e a avaliação realizada ao final do quinto dia após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais (Marcos Filho, 1999a).

Teste de frio: realizado com quatro subamostras de 50 sementes por lote e repetição, semeadas entre três folhas de papel-toalha umedecidas em água destilada, utilizando-se a quantidade de água equivalente a três vezes o peso do papel seco, sendo confeccionados rolos e estes envoltos por sacos plásticos, permanecendo por cinco dias em estufa incubadora (tipo B.O.D.), a 10°C. Em seguida, os rolos foram levados para um germinador, a 25°C, por quatro dias, procedendo-se, em seguida, a avaliação conforme a metodologia descrita por Barros et al. (1999). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais obtidas na data de avaliação, segundo os critérios adotados para o teste de germinação (Brasil, 1992).

Teste de tetrazólio: foram utilizadas duas subamostras de 50 sementes por lote e repetição, que foram pré-condicionadas em papel-toalha umedecido com água destilada por 16 horas em estufa incubadora (tipo B.O.D.), a 25°C. Decorrido este período, as sementes foram transferidas para copos plásticos, com volume de 50mL, sendo totalmente submersas em solução de tetrazólio (0,075%), e mantidas a 40°C por 180 minutos no interior de uma estufa incubadora. Após o processo de coloração e lavagem das sementes em água corrente, procedeu-se a avaliação de acordo com os critérios propostos por França Neto et al. (1998), ou seja, cada uma das sementes foram classificadas em níveis de 1 a 8. A viabilidade foi representada pela soma das porcentagens de sementes pertencentes as classes de 1 a 5; o nível de vigor, pelas classes de 1 a 3 e, a perda de viabilidade, pelas classes de 6 a 8, sendo que, nesse caso, foram caracterizadas as causas da per-

da da qualidade fisiológicas das sementes, ou seja: dano mecânico, deterioração por umidade e dano provocado por perceijos. O potencial de vigor e de germinação foi expresso em porcentagem (França Neto et al., 1999).

Condutividade elétrica: foi avaliada utilizando-se duas subamostras de 100 sementes por lote e repetição com o auxílio de um equipamento comercial ASA-610, comercializado pela Agro-Science, Inc. As sementes que apresentavam tegumento com danos visíveis foram removidas e substituídas. Os resultados foram expressos em porcentagem (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

Comprimento de plântula: cinco subamostras de 20 sementes por lote e repetição foram distribuídas em rolos de papel-toalha umedecidos com água destilada na proporção de 3 por 1 (mL de água destilada por massa do papel seco em gramas) e mantidos em um germinador a 25°C, por sete dias, no escuro (Nakagawa, 1999). O comprimento das plântulas consideradas normais (Brasil, 1992) foi determinado ao final do sétimo dia, com o auxílio de régua milimetrada.

Biomassa seca das plântulas: realizada após a avaliação do comprimento, utilizando-se a mesma metodologia descrita anteriormente, descartando-se os cotilédones das plântulas. Em seguida, as plântulas foram levadas para secar em uma estufa com circulação forçada de ar a 80°C, até peso constante. A biomassa seca das plântulas foi obtida por meio de pesagem em uma balança analítica com precisão de 0,001g (Nakagawa, 1999).

Taxa de crescimento das plântulas: cinco subamostras de 20 sementes por lote e repetição foram semeadas em substrato de papel-toalha umedecido em água destilada, utilizando-se a quantidade de água equivalente a três vezes o peso do papel seco. Os rolos foram, então, levados para um germinador a 25°C por sete dias, no escuro. As avaliações foram realizadas em intervalos de 8 horas, sendo consideradas germinadas as sementes com 1,0cm de protrusão da radícula. Após 72 horas da germinação das sementes, as plântulas foram medidas utilizando-se uma régua milimetrada. Os dados foram, então, avaliados utilizando-se a seguinte fórmula:

$$R = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1}$$

em que: R = taxa de crescimento;

W_1 = comprimento inicial;

W_2 = comprimento final;

t_1 = tempo inicial;

t_2 = tempo final.

O comprimento inicial (1,0cm), bem como o tempo final (72 horas após cada plântula atingir o comprimento inicial), foram pré-estabelecidos (Radford, 1967).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições para cada característica avaliada em laboratório e em campo. Os resultados foram submetidos à análise de variância e de correlação. As médias foram comparadas por meio do teste de agrupamento de Scott & Knott (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sementes das cultivares BRS 133 e BRS 134 apresentaram os melhores resultados na emergência, contagem final de germinação, envelhecimento acelerado, tetrazólio (1-5), condutividade elétrica, comprimento e taxa de crescimento (Tabela 1). Em praticamente todos os testes adotados, o pior resultado foi obtido nas sementes da cultivar BR-16, exceto para biomassa seca, onde apresentaram resultados comparáveis com os obtidos em sementes das cultivares BRS 133 e BRS 134.

Os dados obtidos nesse trabalho indicam que a avaliação da biomassa seca das plântulas não tem apresentado resultados confiáveis na avaliação do vigor das sementes dessa espécie, permitindo inferir que a metodologia atual deve ser adotada com ressalvas ou, então, modificada para não incorrer em erros de interpretação na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de diferentes lotes comerciais.

Em contrapartida, a taxa de crescimento das plântulas apresentou resultados compatíveis com a maioria dos testes de vigor empregados corriqueiramente na avaliação da qualidade das sementes de soja, inclusive com a emergência das plântulas no campo.

Na Tabela 2 é possível verificar que a taxa de crescimento das plântulas apresentou correlação significativa ($p < 0,01$) com todos os testes avaliados, enquanto que a biomassa seca não apresentou correlação com a maioria dos testes, exceto com o comprimento de plântula, com o envelhecimento acelerado e com a própria taxa de crescimento.

Os dados de emergência de plântulas (Tabela 1) revelaram as sementes das cultivares BRS 133 e BRS 134 como as de melhor desempenho no campo, enquanto que sementes de M-SOY 5942, CD 202 e BR-16 foram as que apresentaram os piores resultados dentre as cultivares avaliadas. Esses dados apresentaram correlação significativa com todos os testes, com exceção da avaliação da biomassa seca. Contudo, a

TABELA 1. Médias estimadas da qualidade fisiológica das sementes de soja provenientes de dez lotes, pelos seguintes testes e avaliações: emergência das plântulas em campo, porcentagem de plântulas normais na primeira contagem e na contagem final do teste de germinação, envelhecimento acelerado, frio modificado, tetrazólio (1-3) e (1-5), condutividade elétrica, comprimento de plântulas, biomassa seca e taxa de crescimento das plântulas.

Lotes	Características avaliadas ¹										
	Germinação contagem final	Germinação 1ª contagem	Emergência	Envelhecimento acelerado	Teste de frio	Tetrazólio (1-3)	Tetrazólio (1-5)	Condutividade elétrica	Comprimento	Biomassa seca	Taxa de crescimento
%..... cm..... g.....										
BRS 133	89,00a	70,75 b	94,00a	87,25a	68,00 b	81,75a	91,75a	96,00a	33,24a	0,0453 b	0,248a
BRS 134	91,75a	76,75a	93,88a	82,00a	73,50a	74,25 b	88,25a	97,00a	33,11a	0,0422 b	0,250a
M-SOY 7501	80,50 c	75,50a	89,75 b	83,50a	64,50 b	70,75 b	86,25a	90,75 b	32,12a	0,0375 c	0,228 b
CD 210	70,25 d	62,50 d	88,88 b	77,50 b	65,50 b	63,00 c	74,75 b	78,75 e	27,15 b	0,0499a	0,208 b
BRS 184	77,00 c	67,25 c	88,13 b	76,50 b	64,00 b	68,75 b	83,75a	78,25 e	33,02a	0,0422 b	0,228 b
BRS 155	85,75 b	66,50 c	83,50 b	68,00 c	63,25 b	65,75 c	80,50a	87,00 c	28,32 b	0,0356 c	0,138 c
Embrapa 48	73,25 d	59,00 d	75,25 c	80,50 b	80,00a	59,25 c	79,00a	82,25 d	33,54a	0,0416 b	0,215 b
M-SOY 5942	77,75 c	69,75 b	68,88 d	63,75 c	55,25 c	60,75 c	80,75a	56,75 g	27,10 b	0,0350 c	0,165 c
CD 202	71,75 d	50,13 e	68,38 d	28,00 d	56,50 c	56,50 c	70,00 b	73,75 f	23,94 c	0,0327 c	0,145 c
BR 16	39,75 e	38,75 f	12,00 e	10,00 e	24,00 d	30,50 d	57,75 c	36,50 h	24,28 c	0,0417 b	0,108 d
Média	75,68	63,69	76,26	65,70	61,45	63,13	79,28	77,55	29,58	0,0404	0,193
CV (%)	5,89	7,10	7,36	4,77	10,41	8,46	8,27	2,98	3,71	7,66	8,54

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

TABELA 2. Coeficientes de correlação simples (r) estimados entre os testes de emergência a campo, de germinação e de vigor das sementes, calculados com base na média dos cultivares.

	Emergência	Germinação 1ª contagem	Germinação contagem final	Envelhecimento acelerado	Teste de frio	Tetrazólio (1-3)	Tetrazólio (1-5)	Condutividade elétrica	Comprimento	Biomassa seca	Taxa de crescimento
Emergência	–	0,78**	0,85**	0,88**	0,75**	0,89**	0,74**	0,88**	0,59**	0,20	0,73**
Germinação 1ª contagem	–	–	0,85**	0,83**	0,60**	0,80**	0,76**	0,68**	0,68**	0,11	0,69**
Germinação contagem final	–	–	–	0,78**	0,73**	0,85**	0,75**	0,84**	0,61**	-0,03	0,62**
Envelhecimento acelerado	–	–	–	–	0,81**	0,84**	0,78**	0,82**	0,80**	0,29*	0,81**
Teste de frio	–	–	–	–	–	0,72**	0,65**	0,81**	0,67**	0,06	0,64**
Tetrazólio (1-3)	–	–	–	–	–	–	0,90**	0,86**	0,62**	0,11	0,73**
Tetrazólio (1-5)	–	–	–	–	–	–	–	0,72**	0,65**	0,04	0,69**
Condutividade elétrica	–	–	–	–	–	–	–	–	0,69**	0,13	0,73**
Comprimento	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,31*	0,81**
Biomassa seca	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,45**
Taxa de crescimento	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

* r significativo a 5% de probabilidade;

** r significativo a 1% de probabilidade.

correlação significativa observada no presente trabalho entre emergência e primeira contagem, bem como entre emergência e envelhecimento acelerado foi, também, relatada por Tekrony & Egli (1977) e Kulik & Yalich (1982).

Os dados de envelhecimento acelerado apresentaram correlação significativa com todos os testes analisados, o que está de acordo com o relatado por Tekrony (1973). Entretanto, Marcos Filho et al. (1984), trabalhando com as relações entre os testes de vigor e a emergência das plântulas, relataram que o envelhecimento acelerado não apresentou correlação significativa com os testes de germinação, velocidade de germinação e emergência.

O teste de frio não se correlacionou apenas com a biomassa seca das plântulas. Esses resultados também foram observados por Ferris & Backer (1990) que, estudando métodos para avaliar o desempenho de sementes de soja no campo, obtiveram correlação entre os testes de frio, envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas em campo.

A relação entre os resultados dos testes para avaliação da qualidade de sementes e o desempenho no campo está diretamente relacionada às condições ambientais. A capacidade dos testes conduzidos em laboratório para estimar o potencial de emergência das plântulas no campo, diminui à medida que as condições de ambiente vão se desviando das mais adequadas, tornando-se praticamente nula sob condições extremamente desfavoráveis (Marcos Filho, 1999b). Johnson & Wax (1978) observaram que um maior número de testes de vigor correlacionou-se à emergência em campo, quando as condições de semeadura foram favoráveis, em comparação com as condições adversas.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram concluir que:

A taxa de crescimento das plântulas apresentou correlação significativa ($p < 0,01$) com todos os testes avaliados.

A taxa de crescimento das plântulas é eficiente na avaliação do vigor das sementes de soja.

REFERÊNCIAS

BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CICERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

FERRIS, R.S.; BACKER, J.M. Relationship between soybean seed quality and performance in soil. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.18, n.1, p.51-73, 1990.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSo, Documentos, 116).

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

JOHNSON, R.R.; WAX, L.M. Relationship of soybean germination and vigor tests to field performance. **Agronomy Journal**, Madison, v.70, n.2, p.273-78, 1978.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.15-50, 1991.

KULIK, M.M.; YALICH, 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 Science**, Madison, v.22, n. 4, p.766-770, 1982.

MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H.M.C.; KOMATSU, Y.H.; DEMÉTRIO, C.G.B.; FANCELLI, A.L. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.5, p.599-604, 1984.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p133-149.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999a. cap.3, p.1-24.

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, 1999b. cap.1, p.1-21.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Environmental and physiological constraints on field performance of seeds. **HortScience**, Alesandria, v.21, n.5, p.1125-1128, 1986.

MCDONALD, M.B.; WILSON, D.O. An Assessment of the standardization and ability of the ASA-610 to rapidly predict potential soybean germination. **Journal Seed Technology**, Springfield, v.4, **análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho germinativo 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.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

RADFORD, P.J. Growth analysis formulae. **Crop Science**, Madison, v.7, n.3, p.171-175, 1967.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

TEKRONY, D.M. The soybean seed field emergence complex. In: SOYBEAN SEED CONFERENCE, 3., 1973. **Proceedings...** s.1. [S.l.]: American Seed Trade Association, 1973. v.3, p.22-8

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. **Crop Science**, v.17, n.4, p.573-77, 1977.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇANETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

