

TESTE DE COMPRIMENTO DE PLÂNTULA NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA¹

SILVELENA VANZOLINI², CARLOS ALBERTO DOS SANTOS ARAKI³, ANA CAROLINA TOSTE MANSO DA SILVA³, JOÃO NAKAGAWA⁴

RESUMO - Os testes de vigor são empregados pelas empresas produtoras de sementes, no controle interno de qualidade. Dentre estes, o teste de comprimento de plântulas tem potencial para ser usado para este fim. Assim, o trabalho objetivou verificar a possibilidade de utilização do teste de comprimento de plântulas como um método de vigor para classificar lotes de sementes de soja de acordo com a sua qualidade fisiológica. Para tanto, variou-se a forma de apresentação dos resultados médios de comprimento de plântulas e de suas partes (raiz e hipocótilo). A qualidade fisiológica de três lotes de soja (Embrapa 48), de mesma classe de tamanho e com teor de água semelhante, foi avaliada por testes de viabilidade e vigor, realizados em laboratório e campo. Empregou-se delineamento inteiramente casualizado. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Correlacionaram-se os dados médios dos testes realizados em laboratório e em campo. O comprimento da raiz de soja foi mais sensível para diferenciar lotes, apresentando maior correlação com a emergência das plântulas de soja em campo. O comprimento de plântulas ou de suas partes distinguiram os três lotes de soja somente quando seus resultados médios foram divididos pelo número de sementes em teste, mostrando ser a forma mais eficaz para classificar lotes de alta qualidade e com diferenças sutis de vigor.

Termos para indexação: *Glycine max*, vigor, metodologia.

SEEDLING LENGTH TEST IN THE EVALUATION OF THE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEAN SEEDS

ABSTRACT - Vigor tests are used by seed producing companies in the internal quality control that include the seedling length test that has potential to be used for this purpose. The objective of this study was to verify the possibility of using the seedling length test as a vigor method to classify soybean seed lots in agreement with their physiological quality. For this, the form of presentation was varied of the average results of seedlings and their parts (root and hypocotyls) length test. The physiological quality of three soybean lots (Embrapa 48), of the same size class and with similar moisture content was evaluated by viability and vigor test carried out in the laboratory and field. A completely randomized design was used. The averages were compared by the Tukey test at 5%. The mean laboratory and field test data were correlated. It was concluded that the soybean root length was more sensitive to differentiate lots, presenting greater correlation with the field soybean seedling emergence. The data for seedling length or their parts only distinguished the three soybean lots when the average results were divided by the number of seeds in the test, showing to be the most effective form to classify high quality lots with subtle differences in vigor.

Index terms: *Glycine max*, vigor, methodology.

¹Submetido em 03/05/2006. Aceito para publicação em 25/04/2007.

²Eng. Agrº., Dr., Professor, Fundação Educacional de Ituverava/FEI-Faculdade de Agronomia Dr. Francisco Maeda- FAFRAM, Rodovia Jerônimo Nunes Macedo, km 1, cp.111, 14500-000, Ituverava, SP, svsegato@carol.com.br;

³Graduandos em Agronomia, FEI/FAFRAM;

⁴Eng. Agrº., Dr., Prof. Titular Aposentado, Voluntário, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Campus de Botucatu: UNESP, cp.237, 18603-970, Botucatu, SP, secdamv@fca.unesp.br).

INTRODUÇÃO

Os testes de vigor são empregados pelas empresas produtoras de sementes, no controle interno de qualidade (Marcos Filho, 1999a). Os que se baseiam no desempenho de plântulas são também classificados como testes fisiológicos (McDonald Jr., 1975), visto que procuram determinar atividade fisiológica específica, cuja manifestação depende do vigor.

Os testes que avaliam o crescimento de plântulas são testes sugeridos pelas duas associações mundiais que congregam tecnologistas de sementes (AOSA - Association of Official Seed Analysts / ISTA - International Seed Testing Association). O Comitê de Vigor da ISTA (Hampton, 1992) constatou que alguns laboratórios empregavam o teste de crescimento de plântulas para compor, junto com outros testes, um índice de vigor em sementes de algodão, de ervilha e de milho.

As vantagens destes testes são: baixo custo; não necessitam de equipamentos especiais; não demandam treinamento adicional específico sobre a técnica empregada e são relativamente rápidos. O crescimento de plântulas pode ser mensurado através do comprimento e da massa de matéria seca de plântula. Ambos são medidas de grandeza física (dimensão e massa, respectivamente); independem de subjetividade do analista, tornando mais fácil a reprodutibilidade dos resultados. Isto ocorre, desde que as condições e os procedimentos sejam bem definidos (Nakagawa, 1999).

Para o teste de comprimento de plântula, o Manual de Vigor da ISTA (Hampton e Tekrony, 1995), leva em consideração o número de sementes colocadas para germinar (pelo qual é dividido), enquanto pela AOSA (1983), o número de plântulas normais mensuradas (cm por plântula normal). No segundo caso (AOSA), deve-se, na interpretação do vigor do lote, não considerar apenas os resultados do comprimento da plântula (média) ou parte dela, mas também os valores da germinação (%), pois alguns lotes podem apresentar germinação menor produzindo plântulas com maior tamanho médio e vice-versa. Isto para evitar interpretação errônea do vigor dos lotes. Pelo procedimento da ISTA, com a divisão pelo número de sementes colocadas, evita-se, em parte, esse erro. Assim, o trabalho objetivou verificar a possibilidade de utilização do teste de comprimento de plântulas como um método de vigor para classificar lotes de sementes de soja de acordo com a sua qualidade fisiológica.

MATERIALE MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Análise de

Sementes e o ensaio de campo na área experimental do Sítio das Acácias, ambos na Faculdade de Agronomia “Dr. Francisco Maeda”/Ituverava/SP. Foram utilizados três lotes de sementes de soja (EMBRAPA 48), de mesma classe de tamanho (6,5mm), cedidos pela Cooperativa dos Agricultores da Região de Orlândia – SP (CAROL), com germinação igual ou maior ao padrão mínimo para comercialização (Embrapa, 1993).

Em laboratório empregaram-se os seguintes testes:

Comprimento de plântulas: foram aplicados os procedimentos descritos por Nakagawa (1999), adaptado de AOSA (1983). Foram utilizadas dez repetições de 10 sementes de soja. Uma linha foi traçada no terço superior do papel toalha de germinação no sentido longitudinal. Os papéis foram umedecidos previamente com água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel. As sementes de soja foram posicionadas de forma que a micrópila estivesse voltada para a parte inferior do papel. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos posicionados verticalmente no germinador por sete dias a 25°C. Ao final deste período, foi efetuada a medida das partes das plântulas normais emergidas (raiz primária e hipocótilo) utilizando-se uma régua. Os resultados médios por plântulas foram expressos em centímetros. Além do cálculo convencional, também foi realizado um cálculo alternativo onde se considerou não só as plântulas normais, mas o número total de sementes postas para germinar. Tal procedimento foi baseado no teste realizado para algumas gramíneas (poáceas) descrito no Manual de Vigor da ISTA (Hampton e Tekrony, 1995), onde o número total de sementes é considerado visando verificar como seria a classificação dos lotes quanto à qualidade.

Teste de germinação em areia: quatro repetições de 50 sementes foram semeadas em caixas plásticas, tendo como substrato areia de textura média, umedecida com água e reumedecida quando necessário, mantidas em condições de laboratório, sob temperatura ambiente. No oitavo dia, segundo as Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992), o número de plântulas normais foi anotado.

Teste de germinação em papel toalha: quatro repetições de 50 sementes foram distribuídas sobre dois papéis e cobertas com um terceiro, previamente umedecidos com três vezes o peso do papel em volume de água. Os rolos contendo as sementes foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos a 25°C. Foi efetuada no quinto e oitavo dia a contagem das plântulas normais (Brasil, 1992).

Massa seca de plântulas: foram avaliadas as plântulas normais, obtidas a partir dos testes de germinação, envelhecimento acelerado e de frio, excluindo destas os cotilédones. As repetições de cada lote foram acondicionadas

em sacos de papel, identificados, e levados à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 80°C por um período de 24 horas (Nakagawa, 1999). Após este período, cada repetição teve a massa avaliada em balança com precisão de 0,001g, e os resultados médios expressos em miligramas por plântula. Tais procedimentos visaram verificar se haveria diferentes desempenhos iniciais de plântulas em função dos lotes utilizados.

Condutividade elétrica: quatro repetições de 50 sementes tiveram as massas determinadas e acondicionadas em copos plásticos de 200 mL. Foram adicionados, aos copos plásticos, 75 mL de água desionizada, os quais foram mantidos em câmara à temperatura de 25°C, por 24 horas (Vieira, 1994). Após este período, foram realizadas leituras em condutivímetro de eletrodo constante igual a 1,0. Os resultados foram expressos em $\text{mScm}^{-1}\text{g}^{-1}$.

Envelhecimento acelerado: foram utilizadas gerbox (11 x 11 x 3cm) contendo 40 mL de água destilada; 42g de sementes de soja foram distribuídas em camada uniforme e única, sobre a tela que isola as mesmas do contato com a água. Tampadas, as caixas foram acondicionadas em câmara à 41°C por 48 horas (Marcos Filho, 1999b). Após este período foi instalado o teste de germinação, utilizando quatro repetições de 50 sementes, conforme os procedimentos descritos nas RAS (Brasil, 1992). No quinto dia, fez-se a contagem do número de plântulas normais.

Teste de frio: instalou-se com os mesmos procedimentos descritos no teste de germinação em papel toalha (Brasil, 1992). Os quatro rolos contendo as sementes foram mantidos em recipientes tampados em câmara de germinação a 10°C por período de cinco dias, após o qual as caixas plásticas foram daí retiradas, destampadas, e os rolos permaneceram mais quatro dias (Barros et al., 1999) em outra câmara previamente regulada a 25°C, anotando-se, ao final deste período, o número de plântulas normais.

Teor de água: determinado pelo método da estufa a $105\pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas, segundo as RAS (Brasil, 1992), utilizando-se três repetições de 25 sementes por lote (umidade inicial) e duas repetições de 25 sementes por lote após as sementes serem submetidas ao envelhecimento acelerado.

Em campo, verificou-se:

Emergência de plântulas: foram utilizadas 200 sementes de soja por lote (quatro repetições de 50 sementes). As sementes de cada repetição foram semeadas a três centímetros de profundidade, em linhas de 2,5 m de comprimento, espaçadas de 50 cm. A contagem das plântulas normais emergidas foi efetuada ao vigésimo primeiro dia após a data

da semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem (Nakagawa, 1994).

Índice de velocidade de emergência (IVE): conduzido junto com a emergência de plântulas, anotando-se de 48 horas em 48 horas até o 21º dia o número de plântulas que apresentavam os cotilédones acima da superfície do solo. Ao final do teste foi calculado o IVE, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

Massa de matéria seca: após 21 dias da semeadura, com o auxílio de uma tesoura, a parte aérea de todas as plântulas foi arrancada e colocada em sacos plásticos, separada por repetição. No laboratório, das partes aéreas das plântulas foram descartados os cotilédones persistentes. A seguir, o material de cada repetição foi acondicionado em saco de papel, previamente identificado e levado para a estufa mantida à temperatura de 80°C, aí permanecendo por 24 horas (Nakagawa, 1999). Após esfriar, em dessecador, cada repetição teve a massa determinada. Os resultados médios obtidos foram expressos em miligrama por plântula.

Procedimento estatístico: o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, e empregou-se o teste F, para a análise de variância dos dados. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Determinou-se o coeficiente de correlação simples entre os resultados dos testes de laboratório e os de campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados médios do teor de água inicial do lotes (Tabela 1) mostraram variações de 0,7 pontos percentuais, o que indica pequena possibilidade de interferência nos resultados dos testes. Para o teste de envelhecimento acelerado, segundo Marcos Filho (1999b), os lotes de sementes de soja devem apresentar de 11,0 a 13,0% de água, porque estes limites incluem os graus de umidade que devem prevalecer durante todo o processamento e armazenamento. Para a condução do teste de condutividade elétrica, as sementes devem apresentar teor de água entre 10,0 a 14,0%, como relataram Hampton e Tekrony (1995).

Verifica-se, pelos dados médios encontrados na Tabela 1, que a germinação em papel toalha, a massa de matéria seca das plântulas ao final da germinação e a germinação em areia não diferiram entre os lotes avaliados. A primeira contagem do teste de germinação classificou o lote 3 como superior em relação ao lote 2, sendo o lote 1 de qualidade intermediária. Pela massa de matéria seca das plântulas, ao final do teste de

TABELA 1. Dados médios do teor de água (TA); primeira contagem do teste de germinação (PC), germinação em papel toalha (TPG); massa de matéria seca (MS) das plântulas ao final do TPG; germinação em areia (G areia) e massa de matéria seca (MS areia) das plântulas ao final do teste de G areia. Lotes de sementes de soja da cultivar EMBRAPA 48.

Lotes	TA (%)	PC (%)	TPG (%)	MS (mg plântula ⁻¹)	G areia (%)	MS areia (mg plântula ⁻¹)
1	11,4 A	31 AB	62 A	10,5 A	89 A	8,9 B
2	11,3 AB	25 B	63 A	10,3 A	96 A	13,5 A
3	10,7 B	38 A	75 A	9,3 A	97 A	9,5 B
CV (%)	2,36	11,66	11,33	13,20	5,35	13,31

Na coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

germinação em areia, houve diferença significativa, tendo obtido o lote 2 melhor desempenho em relação aos lotes 1 e 3. Vale destacar que os valores da germinação em papel toalha foram baixos. Tais valores, contudo, não condizem com a qualidade dos lotes, pois estes resultados foram obtidos em função da alta porcentagem de plântulas anormais, decorrentes de um provável dano de embebição. Em condições de excesso de água, a semente poderá absorver água muito rapidamente, ocasionando rupturas em seus tecidos (Hobbs e Obendorf, 1972). Há relatos da sensibilidade desta cultivar empregada no experimento a embebição rápida promovida pelo teste de germinação em rolo de papel. Neste sentido, existem metodologias alternativas aplicadas para cultivares como BR-16, Embrapa 48 e Embrapa 63 (Mirador) consideradas sensíveis ao dano de embebição, visando evitar o descarte de lotes de boa qualidade (Embrapa, 2007). Quando lotes de sementes de cultivares sensíveis apresentar um elevado índice de plântulas anormais, maior que 6,0%, devido a anormalidades na raiz, durante a avaliação da germinação padrão, com substrato de rolo de papel, há duas metodologias alternativas propostas: a) realização do teste de germinação em substrato de areia, sem a necessidade do pré-condicionamento das sementes; b) realização do pré-condicionamento da amostra de semente em ambiente úmido, antes da semeadura em substrato rolo de papel. Para efeito de comercialização, deverão ser considerados os lotes cujos incrementos em germinação sejam de no mínimo 6,0%

(Embrapa, 2006). Assim, pelos testes de germinação em areia (Tabela 1) e envelhecimento acelerado (Tabela 2), onde a embebição se fez de forma mais homogênea e lenta, verificou-se que tal efeito desapareceu em ambos os casos, permitindo constatar que se tratavam de lotes de alta qualidade.

O estresse imposto pelo teste de frio foi maior que o do teste de envelhecimento acelerado, resultando em queda na germinação (Tabela 2) mas, ainda assim, não possibilitou distinção entre os lotes. Dos dados médios apresentados na Tabela 2, o teste de condutividade elétrica classificou o lote 2 como o de maior qualidade. Os resultados de envelhecimento acelerado, massa de matéria seca de plântulas após o envelhecimento; teste de frio e massa de matéria seca de plântulas após o teste de frio não diferenciaram estatisticamente os três lotes.

Na Tabela 3 estão apresentados os dados de comprimento de plântulas. Quanto à tentativa de se utilizar o número de sementes em teste, aparentemente tornou o teste mais sensível para detectar diferenças sutis de vigor, visto que quando foram consideradas apenas as plântulas normais, estas não diferenciaram os três lotes estatisticamente e mesmo quando houve distinção (CRH/PN), os dados foram menos discrepantes e apresentaram maiores coeficientes de variação do que quando os resultados foram expressos pelo total de sementes em teste (Tabela 3). Vale destacar que os coeficientes de variação foram sempre mais elevados na forma usual de expressar o comprimento de plântulas em relação a forma

TABELA 2. Dados médios de envelhecimento acelerado (EA), teor de água após o EA (TAEA), peso de matéria seca de plântulas após o EA (MSEA); teste de frio (TF), peso de matéria seca de plântulas após o TF (MSTF) e condutividade elétrica (CE). Lotes de sementes de soja da cultivar EMBRAPA 48.

Lotes	EA (%)	TAEA (%)	MSEA (mg plântula ⁻¹)	TF (%)	MSTF (mg plântula ⁻¹)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)
1	83 A	25 A	7,5 A	57 A	10,7 A	61,51 A
2	91 A	25 A	7,5 A	57 A	12,0 A	52,67 B
3	90 A	23 A	7,4 A	64 A	10,7 A	60,53 A
CV (%)	7,27	4,79	11,95	12,38	22,77	7,73

Na coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

TABELA 3. Dados médios do comprimento de raiz (Cr/PN), comprimento de hipocótilo (Chipo/PN) e comprimento de raiz + hipocótilo (CRH/PN) quando se utilizou plântula normal e quando se utilizou o total de sementes em teste (Cr/10), (Chipo/10) e (CRH/10). Lotes de sementes de soja da cultivar EMBRAPA 48.

Lotes	Cr/PN	Cr/10	Chipo/PN	Chipo/10	CRH/PN	CRH/10
	-----cm-----					
1	10,0 A	8,4 A	12,8 A	10,7 A	22,7 A	19,0 A
2	4,1 B	2,1 C	5,6 B	2,7 C	9,7 C	4,7 C
3	8,1 A	6,0 B	6,9 B	5,2 B	15,0 B	11,2 B
CV (%)	30,99	28,35	25,64	19,39	20,54	14,87

Na coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

alternativa; contudo os coeficientes nestes testes (Tabela 3) foram bastante elevados, talvez pela menor população de sementes em teste (dez repetições de 10 sementes). Isso leva a sugerir que em outros experimentos deva ser usado um número maior de sementes no teste de comprimento de plântulas.

Outra observação é de que pelos testes de comprimento de plântulas (Tabela 3) o lote 2 foi sempre o de menor qualidade fisiológica; no entanto, a massa de matéria seca das plântulas normais após germinação em areia (Tabela 1) apresenta o lote 2 como o que conseguiu transferir mais matéria para a plântula em formação. A condutividade elétrica (Tabela 2) também foi menor para o lote 2, sugerindo, a princípio, que este seria o lote mais vigoroso. Para ambos resultados, poder-se-ia sugerir que a causa para o melhor desempenho do lote 2 tenha sido a relação entre peso e tamanho das sementes. Os lotes foram classificados na empresa em peneiras e todos eram de mesma classe (6,5mm), no entanto, estes lotes não passaram por mesa densimétrica. Embora não tenha sido realizado o teste de massa de 1000 sementes (Brasil, 1992), pode-se verificar que as amostras do lote 2 que compunham o teste de condutividade apresentavam sementes de maior massa que dos demais lotes. Portanto, isto pode ser a explicação para o maior desempenho no teste de matéria seca após germinação

TABELA 4. Dados médios da emergência das plântulas em campo (EC), índice de velocidade de emergência em campo (IVE) e massa de matéria seca (MMS) da parte aérea das plântulas em campo. Lotes de sementes de soja da cultivar EMBRAPA 48.

Lotes	EC (%)	IVE	MMS (mg/plântula)
1	92 A	7,59 A	8,0 A
2	88 A	6,91 A	8,5 A
3	93 A	7,02 A	8,1 A
CV (%)	8,04	13,10	8,04

Na coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

em areia das sementes do lote 2, pois possuíam mais reservas e as transferiram ao eixo embrionário de forma mais eficiente. Para condutividade elétrica (Tabela 2), Illipronti et al. (1997), trabalhando com lotes de soja, no sistema individual, relataram que os valores de condutividade elétrica expressos com base na massa (mA/mg) diminuíram com o aumento do tamanho e da massa da semente, e somente conseguiram minimizar tais efeitos quando a condutividade elétrica foi expressa com base na área (mA/mm²). Portanto, pelos referidos autores, a condutividade deveria ser dividida pela área e não pela massa da amostra, pois tal metodologia não seria a ideal para amenizar o efeito do tamanho da semente neste teste. No presente teste, a amostra do lote 2, em exame, era de maior massa, contudo, a área (tamanho) era o mesmo, isto pode ter resultado em menor valor da condutividade elétrica (mScm⁻¹g⁻¹) para este lote.

Os testes de emergência de plântulas em campo, índice de velocidade de emergência de plântulas em campo e massa de matéria seca da parte aérea das plântulas em campo, não demonstraram diferenças significativas (Tabela 4), pois as condições ambientais para os testes foram adequadas para estes lotes que mostraram ser de alta qualidade (Tabela 4).

Os coeficientes de correlação simples (Tabela 5) entre os resultados médios dos testes de laboratório e a emergência de plântulas em campo apontam correlação positiva e significativa somente para o teste de primeira contagem da germinação e o comprimento da raiz. Fazendo uma avaliação geral dos dados de comprimento de plântula contidos na Tabela 3 e os coeficientes de correlação simples (Tabela 5) verifica-se que embora o comprimento da plântula ou de suas partes tenha apresentado diferenças significativas entre os lotes, somente o comprimento da raiz correlacionou-se aos dados de emergência de plântulas em campo, então é possível concordar com outros autores que relataram ser o comprimento da raiz mais sensível para diferenciar lotes de soja (Krzyzanowski, 1991; Nakagawa, 1999; Vanzolini, 2002).

TABELA 5. Coeficiente de correlação simples (r) entre os resultados dos testes de laboratório e os de campo para lotes de sementes de soja da cultivar EMBRAPA 48.

r (%)	PCG	TPG	MS	G (areia)	MS (areia)	EA	TAEA	MSEA	TF	MSTF
EC	0,93	0,60	-0,53	-0,22	-0,95	-0,43	-0,65	-0,65	0,65	-0,98
IVE	0,13	-0,40	0,48	-0,96	-0,73	-1,00	0,34	0,34	-0,34	-0,64
MS	-0,73	-0,26	0,18	0,56	1,00	0,74	0,33	0,33	-0,33	0,98
r (%)	CE	Cr/PN	Cr/10	Chipo/PN	Chipo/10	CRH/PN	CRH/10	EC	IVE	MS
EC	-0,96	0,87	0,84	0,48	0,60	0,68	0,72	1,00		
IVE	-0,72	0,85	0,89	1,00	0,99	0,97	0,96	0,49	1,00	
MS	-1,00	-0,99	-0,98	-0,77	-0,85	-0,90	-0,93	-0,93	-0,78	1,00

O índice de velocidade de emergência de plântulas em campo (Tabela 5) correlacionou-se positivamente com o comprimento de raiz, hipocótilo e de ambos. No entanto, apenas a massa de matéria seca das plântulas ao final do teste de germinação em areia e a massa de matéria seca de plântulas após o teste de frio correlacionaram-se positivamente com a massa de matéria seca da parte aérea das plântulas em campo (Tabela 5).

CONCLUSÕES

O comprimento de plântulas, ou de parte delas, dada pelo número de sementes colocadas em teste é mais sensível para classificar lotes com diferenças sutis de qualidade, em comparação com a forma tradicional de expressar o comprimento com base no número de plântulas normais obtidas no final do teste.

O comprimento da raiz de soja é mais sensível para diferenciar lotes, apresentando correlação positiva com a emergência das plântulas de soja em campo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Cooperativa dos Agricultores da Região de Orlândia (CAROL), na pessoa do Eng. Agrº. José André Pazetto, por ceder as sementes utilizadas neste experimento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution 32).

BARROS, A.S.R. (INCLUIR OS DEMAIS AUTORES). Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇANETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.5.1-5.12.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras**

para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento e da Reforma Agrária. Serviço de produção de sementes básicas. **Padrões estaduais de sementes**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1993. 47p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2003**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/index.htm>>. Acesso em 23 abr. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2007**. Londrina: Embrapa Soja; Brasília: Embrapa Cerrados; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225p.

HAMPTON, J.G. Vigour testing within laboratories of the international seed testing association: a survey. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, p.199-203, 1992 (Supplement, 1).

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. 3 ed. Zürich: ISTA, 1995. 117p.

HOBBS, P.R.; OBENDORF, R.L. Interaction of initial seed moisture and imbibitional temperature on germination and productivity of soybean. **Crop Science**, Madison, v.13, p.664-667, 1972.

ILLIPRONTI Jr., R.A., LANGERAK, C.J., LOMMEN, W.J.M. Variation in and relationships between physical and physiological seed attributes within a soybean seed lot. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.25, p.215-31, 1997.

KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de comprimento de raiz de plântula de soja. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.2, n.1, p.11-14, 1991.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇANETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999a. p.1.7-1.10.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇANETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999b. p.3.2-3.4.

McDONALD JR, M.B. A review and evaluation of seed vigor

tests. **Proceedings of the International Seed Testing Association.** Lansing, , v.65, n. 1, p.109-139, 1975.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D., CARVALHO, N. M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina:

ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

VANZOLINI, S. **Relações entre o vigor e testes de vigor com o desempenho das sementes e das plântulas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em campo.** 2002. 96f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-32.

