

# TESTES PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE SOJA E SUAS RELAÇÕES COM A EMERGÊNCIA DAS PLÂNTULAS EM CAMPO<sup>1</sup>

JULIO MARCOS FILHO<sup>2</sup>, HELENA M.C. PESCARIN<sup>3</sup>, YURIKA H. KOMATSU<sup>3</sup>,  
CLARICE G.B. DEMÉTRIO<sup>4</sup> e ANTONIO L. FANCELLI<sup>5</sup>

**RESUMO** - Sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) foram submetidas a testes de germinação-padrão, primeira contagem, velocidade de germinação e envelhecimento acelerado, germinação a baixa temperatura e lixiviação de K<sup>+</sup>, no laboratório do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, de maio a novembro de 1981. Os resultados foram anotados bimestralmente, durante seis meses. Percentagem de germinação, primeira contagem e velocidade de germinação apresentaram relação mais consistente com a emergência das plântulas. Também se constatou a impropriedade do uso exclusivo da análise de correlação na comparação de resultados laboratoriais com a emergência em campo, porque pode até levar a enganos.

**Termos para indexação:** *Glycine max* (L.) Merrill, coeficiente de correlação, velocidade de germinação, envelhecimento acelerado.

## RELATIONSHIP OF VIGOR TESTS IN SOYBEAN SEEDS TO SEEDLING EMERGENCE

**ABSTRACT** - The relationship between laboratory tests and field emergence of eight soybean *Glycine max* (L.) Merrill seed lots was studied at the Seed Laboratory of the Agriculture and Horticulture Department of the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade of São Paulo, Brazil. The data were obtained bimonthly, during six months, comparing standard germination, first-count, speed of germination, accelerated aging, cool germination and K<sup>+</sup> leachates to field emergence. Standard germination, first-count and speed of germination were found to be related to field emergence. It was also concluded that using simple correlation coefficients can be misleading to compare laboratory results to field emergence.

**Index terms:** *Glycine max* (L.) Merrill, correlation coefficient, speed of germination, accelerated aging.

## INTRODUÇÃO

Vigor de sementes compreende as propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla variação das condições de campo (McDonald Junior 1980). Segundo este pesquisador, o conceito leva em consideração as conseqüências do vigor e enfatiza o potencial de desempenho das sementes sob várias condições ambientais, incluindo as adversas, de modo a estabelecer diferenças conceituais entre germinação e vigor.

Para o mesmo autor, um teste de vigor, para ser recomendável, deve envolver equipamentos e materiais de preço acessível, permitir a obtenção dos resultados em períodos de tempo relativamente

curtos, ser de execução simples e objetiva, não exigir equipamento e metodologia sofisticados e eliminar interpretações subjetivas. O sucesso do teste depende, também, de sua padronização e das relações entre as informações provenientes do laboratório e o desempenho das sementes em campo.

O exame da literatura referente ao assunto demonstra que inúmeros trabalhos têm sido realizados, em diferentes partes do mundo, visando a obtenção de informações sobre o vigor das sementes, particularmente de soja, espécie que apresenta sérios problemas de qualidade. Vários métodos foram propostos, testados e comparados, conforme destacaram, dentre outros, McDonald Junior (1975), Pereira & Andrews (1976) e Marcos Filho (1981). No entanto, a intensidade das pesquisas dirigidas à comparação entre os resultados de testes de vigor e os de emergência das plântulas em campo, é consideravelmente menor. Assim, Popinigis (1973) constatou a relação entre os resultados de germinação, primeira contagem e percentagem de emergência, quando as diferenças de vigor dos lotes analisados eram acentuadas.

Amaral & Bicca (1977) observaram a associa-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 12 de março de 1984.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> - Agr<sup>o</sup>, Dr., Prof.-Adjunto do Dep. de Agric. e Hortic. ESALQ/USP. Bolsista do CNPq. Caixa Postal 09, CEP 13400 Piracicaba, SP.

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup> - Agr<sup>a</sup>, CPG de Fitot., ESALQ.

<sup>4</sup> Eng<sup>a</sup> - Agr<sup>a</sup>, M.Sc., Prof.-Assistente do Dep. de Matemática e Estat. ESALQ.

<sup>5</sup> Eng<sup>o</sup> - Agr<sup>o</sup>, Dep. de Agric. e Hortic. ESALQ.

ção entre os resultados do teste de envelhecimento acelerado e os de emergência de plântulas de soja, confirmada por TeKrony & Egli (1977), Egli & TeKrony (1979), Baskin (1981) e Kulik & Yaklich (1982), mas não verificada por Johnson & Wax (1978) e Marcos Filho (1981). Por outro lado, Kulik & Yaklich (1982) também destacaram a eficiência dos testes de frio e de tetrazólio para estimar a emergência de lotes que diferiam quanto à qualidade fisiológica, e dos testes de condutividade elétrica e de germinação, apenas para lotes de baixo vigor.

Evidentemente, a estimativa da percentagem de emergência não é simples; tanto assim, que até o momento, 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 presente trabalho teve como objetivo o estudo comparativo de diferentes métodos para avaliar o vigor de sementes de soja e verificar suas relações com a emergência das plântulas em campo.

#### MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido durante o ano de 1981, utilizando as instalações do Laboratório de Sementes e do Campo Experimental do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", com sementes da cultivar UFV-1. Como o objetivo da pesquisa refere-se à comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, selecionaram-se oito lotes, aqui representados por A, B, C, D, E, F, G e H, provenientes de dois ensaios conduzidos durante os anos agrícolas de 1978/79 e 1979/80. Esses ensaios compreendiam estudo da maturação, de modo que os materiais obtidos foram colhidos em épocas distintas.

Os oito lotes permaneceram armazenados em câmara seca (35% U.R. e 23°C) durante o período experimental; eram tratados com Thiram 70%, na dose de 2 g/kg de sementes. Durante os meses de maio (E<sub>1</sub>), julho (E<sub>2</sub>), setembro (E<sub>3</sub>) e novembro (E<sub>4</sub>) de 1981, os lotes foram amostrados e submetidos aos seguintes testes:

**Germinação** - Conduzido com quatro amostras de 50 sementes para cada lote, em germinador regulado para manter temperatura constante de 30°C durante o decorrer do teste; utilizou-se papel-toalha como substrato. As contagens foram efetuadas aos quatro e oito dias após a sementeira, de acordo com os critérios estabelecidos em

Regras para Análise de Sementes (Brasil. Ministério da Agricultura 1976).

**Primeira contagem** - Realizado em conjunto com o teste anterior, computando-se as percentagens de plântulas normais verificadas no quarto dia após a sementeira (Burriss et al. 1969).

**Velocidade de germinação** - Também efetuado em conjunto com o teste de germinação. Realizaram-se contagens diárias, sendo anotados os números de plântulas normais, até a complementação do teste. Em seguida, calculou-se o índice médio de velocidade de germinação para cada lote, de acordo com o método proposto por Maguire (1962).

**Envelhecimento acelerado** - Conduzido com quatro amostras de 50 sementes para cada lote, colocadas em recipientes de plástico, com fundo perfurado, mantidos em câmara de envelhecimento, a 42°C e 100% U.R., durante 48 horas. Vencido este período, as sementes eram colocadas para germinar, de acordo com a descrição já efetuada. A interpretação foi efetuada aos quatro dias após a sementeira, computando-se as percentagens de plântulas normais.

**Germinação a baixa temperatura** - Este método tem sido utilizado para sementes de algodão (McCarter & Roncadori 1971). Foi conduzido com quatro amostras de 50 sementes para cada lote, colocadas para germinar, sob temperatura constante de 20°C, em rolos de papel-toalha. Aos sete dias após a sementeira, foram computadas as percentagens de plântulas normais.

**Lixiviação de potássio** - Adotou-se o método desenvolvido por Amorim (1978) e adaptado por Marcos Filho (1979). Três amostras de 10 g de cada lote foram imersas em água destilada, no interior de frascos de vidro, sob temperatura constante de 30°C, durante 90 minutos; os frascos eram agitados periodicamente, com intervalos de 15 minutos. Em seguida, removeram-se alíquotas e determinaram-se as quantidades de potássio lixiviado, em cada amostra, mediante leitura em fotômetro de chama. Com os dados obtidos, calculou-se a lixiviação média por lote, expressa em ppm (partes por milhão).

**Emergência das plântulas** - Avaliada em campo, onde foram semeadas quatro amostras de 100 sementes por lote; cada uma foi distribuída em um sulco com 4 m de comprimento e 0,05 m de profundidade, mantendo-se as sementes equidistantes; cada sulco distava 0,40 m do outro. Realizaram-se contagens aos quinze dias após a sementeira, determinando-se as percentagens de emergência (cotilédones semi-abertos e plúmula visível).

A análise da variância, segundo delineamento inteiramente casualizado, foi efetuada separadamente para cada época de avaliação e cada teste conduzido; compararam-se as médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Posteriormente, calcularam-se coeficientes de correlação simples (r) para todas as combinações entre os testes de avaliação da qualidade fisiológica, separadamente para cada lote; a significância dos valores de r foi determinada pelo teste t, a 5% e a 1% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos nos testes de germinação, apresentados na Tabela 1, permitem constatar que os lotes A, B e C não diferiram estatisticamente entre si, ao longo do período experimental, e se destacaram dos demais; foram os únicos a manter, até novembro, poder germinativo superior ao mínimo exigido para a comercialização de sementes de soja. O lote D, embora apresentasse valores numéricos inferiores, acompanhou os melhores lotes na segunda e terceira época (julho e setembro). Por outro lado, os lotes G e H foram, de um modo geral, os que apresentaram as menores percentagens de germinação.

O teste de primeira contagem (Tabela 2) revelou tendências muito semelhantes às constatadas para os resultados de germinação; assim, embora a ordenação das médias tenha sofrido variações de acordo com as épocas, os lotes A, B, C e D revelaram qualidade fisiológica superior à dos demais. No entanto, o lote E, que ocupou posição intermediária nos testes de germinação, acompanhou G e H quanto à baixa qualidade, em três das quatro épocas. Comparando-se as observações efetuadas nas duas Tabelas citadas, pode-se notar, portanto, que o teste de primeira contagem foi menos sensível para detectar diferenças entre os lotes de

TABELA 1. Germinação: valores médios (%) obtidos em testes conduzidos em quatro épocas bimestrais. Piracicaba, SP, 1981\*.

Maio		Julho		Setembro		Novembro	
Lote	Média	Lote	Média	Lote	Média	Lote	Média
A	96 a	A	93 a	A	78 a	A	86 a
B	94 a	B	92 a	C	72 a	B	86 a
C	86 ab	C	88 a	B	65 ab	C	81 ab
D	80 bc	D	83 ab	D	64 abc	D	72 b
E	71 bc	E	65 bc	E	49 bcd	E	47 c
F	64 cde	F	57 c	F	43 cd	F	46 c
G	62 de	G	56 c	H	33 de	H	43 cd
H	49 e	H	47 d	G	29 e	G	32 d

CV (%) = 6,9 CV (%) = 10,4 CV (%) = 9,0 CV (%) = 8,8

\* Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferiram significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 2. Primeira contagem: valores médios (%) obtidos em testes conduzidos em quatro épocas bimestrais. Piracicaba, SP, 1981\*.

Maio		Julho		Setembro		Novembro	
Lote	Média	Lote	Média	Lote	Média	Lote	Média
A	78 a	C	80 a	C	51 a	B	71 a
C	74 a	A	71 a	D	45 a	C	71 a
B	72 a	D	69 a	A	45 a	A	69 a
D	69 a	B	67 a	B	42 a	D	67 a
F	53 bc	F	47 b	E	16 b	F	31 bc
E	48 c	H	25 c	F	16 b	H	21 c
G	30 d	E	23 c	H	5 c	E	17 c
H	29 d	G	21 c	G	4 c	G	15 c

CV (%) = 8,4 CV (%) = 12,3 CV (%) = 13,3 CV (%) = 13,5

\* Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferiram significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

mais alta qualidade (A, B, C e D) que o teste de germinação, além de proporcionar informações mais sujeitas a variações.

Os resultados referentes à velocidade de germinação (Tabela 3) forneceram informações semelhantes às apresentadas pelos dois testes já comentados, ou seja, a melhor qualidade dos lotes A, B, C e D, e a pior dos lotes G e H; em geral, F situou-se em posição intermediária, enquanto E, mais próximo dos lotes de qualidade inferior. Portanto, tanto a primeira contagem como a velocidade de germinação pouco acrescentaram à eficiência do teste de germinação para a separação de diferentes níveis de qualidade fisiológica dos lotes estudados; essas observações foram semelhantes às verificadas por Popinigis (1973).

Por outro lado, o envelhecimento acelerado (Tabela 4) revelou superioridade do vigor dos lotes A e B, em relação aos demais, em todas as épocas, confirmando as tendências reveladas para a germinação. No entanto, não houve diferenças significativas entre os valores médios correspondentes a E, F, G e H; assim, os resultados obtidos sugerem que o vigor desses lotes, bem como o dos lotes C e D, foi subestimado; isto ocorreu, provavelmente, devido aos efeitos drásticos do envelhecimento artificial, que se acentuaram em lotes com baixo poder germinativo. Kulik & Yaklich (1982) des-

**TABELA 3.** Velocidade de germinação: valores médios (índices) obtidos em testes conduzidos em quatro épocas bimestrais. Piracicaba, SP, 1981\*.

Maio		Julho		Setembro		Novembro	
Lote	Média	Lote	Média	Lote	Média	Lote	Média
A	13,57 a	C	12,62 a	C	9,46 a	C	11,99 a
B	13,00 a	A	12,41 a	A	9,24 a	B	11,88 a
C	12,64 a	D	11,89 a	D	8,30 a	A	11,06 a
D	11,69 a	B	11,54 a	B	7,86 a	D	9,99 a
F	8,69 b	F	9,85 b	F	5,26 b	F	6,11 b
E	8,41 bc	E	6,25 c	E	5,05 b	E	4,97bc
G	6,73cd	G	5,78 c	H	3,09 c	H	4,27cd
H	5,47 d	H	5,30 c	G	2,64 c	G	3,58 d

CV (%) = 4,4    CV (%) = 8,8    CV (%) = 6,9    CV (%) = 7,9

\* Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferiram significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**TABELA 4.** Envelhecimento acelerado: valores médios (%) obtidos em testes conduzidos em quatro épocas bimestrais. Piracicaba, SP, 1981\*.

Maio		Julho		Setembro		Novembro	
Lote	Média	Lote	Média	Lote	Média	Lote	Média
B	52 a	B	61 a	B	45 a	A	33 a
A	49 a	A	52 a	A	39 a	B	33 a
C	17 b	C	29 b	D	19 b	C	9 b
D	14 b	D	18 b	C	18 b	D	4 bc
F	5 c	F	5 c	F	5 c	G	3 c
G	4 c	H	4 c	G	3 c	H	2 c
H	3 c	G	4 c	E	3 c	F	2 c
E	2 c	E	3 c	H	2 c	E	2 c

CV (%) = 12,1    CV (%) = 16,0    CV (%) = 30,0    CV (%) = 14,9

\* Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferiram significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

tacaram a eficiência do envelhecimento acelerado no sentido de detectar diferenças de vigor de sementes de soja, tanto entre lotes de alta como de baixa qualidade fisiológica; isto, no entanto, não foi observado no presente trabalho, que constatou a tendência de identificação de lotes com qualidade elevada (A e B) e o agrupamento dos demais em níveis muito baixos.

O teste de germinação em temperatura mais baixa tem sido indicado para a avaliação do vigor de sementes de algodão (McCarter & Roncadori 1971). Os resultados obtidos no presente trabalho (Tabela 5) permitiram destacar o lote C como o de melhor resposta ao teste, ao longo das diferentes épocas, acompanhado por A (em E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> e E<sub>4</sub>), B em E<sub>2</sub> e E<sub>4</sub>) e D (em E<sub>1</sub>). Embora os lotes G e H também revelassem o mais baixo vigor, os resultados obtidos não foram considerados consistentes, em virtude das variações apresentadas entre os contrastes durante o período experimental. Dessa forma, há necessidade da continuidade da pesquisa para a obtenção de informações mais seguras quanto à viabilidade da utilização desse método para a avaliação do vigor de sementes de soja.

Na Tabela 6, encontram-se os valores médios obtidos para lixiviação de K<sup>+</sup>. Observa-se que, com base nesses resultados, os lotes E, A, B e H poderiam ser considerados como os de melhor qualidade fisiológica; entretanto, notou-se uma tendência de agrupamento de um maior número de médias em relação aos testes anteriores. Como exemplo, pode ser citada a semelhança estatística entre os valores médios referentes aos lotes H, A, B, G, C e D (em E<sub>1</sub>) entre A, B, H, C e G (em E<sub>2</sub>), revelando menor sensibilidade a diferenças de qualidade, em comparação com testes já discutidos

**TABELA 5.** Germinação (20°C): valores médios (%) obtidos em testes conduzidos em quatro épocas bimestrais: Piracicaba, SP, 1981\*.

Maio		Julho		Setembro		Novembro	
Lote	Média	Lote	Média	Lote	Média	Lote	Média
C	85 a	C	62 a	C	79 a	B	71 a
D	79 ab	B	56 ab	A	72 ab	C	67 a
A	72 b	A	55 ab	B	60 b	A	66 a
B	71 b	D	51 b	D	58 b	D	55 b
F	52 c	F	41 c	F	45 c	E	47 bc
E	42 cd	E	25 d	E	34 d	F	42 c
G	32 de	G	18 de	H	33 d	H	25 d
H	29 e	H	17 e	G	15 e	G	17 e

CV (%) = 9,4    CV (%) = 11,2    CV (%) = 10,7    CV (%) = 11,2

\* Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferiram significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 6. Lixiviação de potássio: valores médios (ppm) obtidos em testes conduzidos em quatro épocas bimestrais. Piracicaba, SP, 1981\*.

Maio		Julho		Setembro		Novembro	
Lote	Média	Lote	Média	Lote	Média	Lote	Média
E	70,7 a	E	73,3 a	B	96,0 a	E	98,4 a
H	85,3 ab	A	99,0 b	E	96,0 a	B	103,2 a
A	90,0 ab	B	101,0 b	H	97,6 a	A	104,4 a
B	102,0 abc	H	103,0 b	A	102,0 a	H	106,4 a
G	118,7 bc	C	108,0 bc	C	118,9 ab	C	116,4 ab
C	121,0 bc	G	117,3 bcd	F	133,2 bc	G	118,8 b
D	123,3 bc	D	122,3 cd	G	135,6 bc	D	152,4 c
F	130,7 c	F	133,0 d	D	145,2 c	F	166,8 d
CV (%) = 11,4		CV (%) = 5,4		CV (%) = 7,1		CV (%) = 7,7	

\* Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferiram significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

anteriormente. Somente a partir da terceira época (setembro), notou-se uma tendência para uma separação mais efetiva das diferenças de vigor entre os lotes estudados.

Deve ser destacada, ainda, a diversidade das informações proporcionadas por este teste, em relação aos anteriores. Assim, os lotes E e H apresentaram alto vigor no teste de lixiviação de  $K^+$ , enquanto nos anteriores, de um modo geral, situaram-se em posição intermediária ou inferior; da mesma forma, o lote D com qualidade razoável em testes que envolviam germinação, exibiu fraco desempenho quanto à lixiviação de  $K^+$ . Estes fatos permitem destacar a importância da utilização de vários testes para a avaliação do vigor de sementes de soja, conforme sugeriram TeKrony & Egli (1977), Egli & TeKrony (1979), Kulik & Yaklich (1982), pois, dependendo do método utilizado, as informações podem ser totalmente distintas.

De acordo com Simon & Raja-Harum (1972), a lixiviação de  $K^+$  proporciona, praticamente, as mesmas informações fornecidas pelo teste de condutividade elétrica; com base nessa conclusão, podem ser efetuadas tentativas para confrontos entre os resultados obtidos no presente trabalho com os apresentados em pesquisas anteriores. Edje & Burris (1970) consideraram comparáveis as eficiências da primeira contagem e da condutividade elétrica como testes de vigor para soja. Kulik & Yaklich (1982) constataram que o teste de condu-

tividade é sensível a diferenças de vigor entre lotes com baixa qualidade fisiológica. No presente trabalho, nenhuma dessas afirmações foi constatada, em função das variações entre as respostas das sementes ao teste de lixiviação de  $K^+$ , em relação às verificadas para outros testes.

Finalmente, os resultados referentes à emergência das plântulas (Tabela 7) revelaram a melhor qualidade dos lotes A e B, em todas as épocas, seguidos por C e D, que não diferiram dos dois primeiros em julho ( $E_2$ ). Por outro lado, o lote H exibiu o pior desempenho ao longo do período experimental, enquanto E, F e G situaram-se em posição intermediária, mas com maior proximidade do lote de menor vigor. O comportamento de cada lote não sofreu modificações acentuadas dentro de cada época estudada; cumpre ressaltar que, em maio e julho, a emergência se processou sob temperaturas médias mais baixas (18 - 22°C), em relação às verificadas em setembro e novembro (25 - 30°C).

Tomando-se como base as comparações efetuadas entre os valores médios obtidos nos testes conduzidos durante o período experimental, constatou-se que os resultados de germinação, primeira contagem e velocidade de germinação compararam-se aos de emergência no sentido de identificar A, B e C, seguidos por D, como os melhores lotes, e o lote H como o de pior desempenho. O teste de envelhecimento acelerado apresen-

tuou informações semelhantes apenas quanto ao comportamento dos lotes A e B, não se relacionando de maneira efetiva à emergência das plântulas. Por outro lado, a utilização exclusiva da lixiviação de  $K^+$  poderia conduzir a uma interpretação precipitada e inadequada sobre a qualidade dos lotes utilizados, pois, além de situar o lote H como um dos melhores, foi pouco sensível às diferenças de vigor entre a maioria dos lotes. Embora Delouche & Baskin (1973) tenham relatado que a desorganização do sistema de membranas constitua o primeiro evento do processo de deterioração, é provável que diferentes lotes apresentem níveis distintos de deterioração sem exibir os mesmos estádios de degradação das membranas. Em outras palavras, o lote H, por exemplo, poderia apresentar melhor organização do sistema de membranas e estar mais deteriorado que o lote C. De acordo com Abdul-Baki & Baker (1973), nem todas as alterações bioquímicas que caracterizam a deterioração estão associadas a modificações em propriedades das membranas. Isto pode significar que duas amostras com poder germinativo de 50% não apresentaram, necessariamente, o mesmo estágio de desorganização do sistema de membranas.

A estimativa da percentagem de emergências das plântulas não é uma tarefa simples para os tec-

nologistas de sementes. Como os resultados de diferentes testes utilizados para a avaliação da qualidade fisiológica, expressos em várias unidades, são apenas comparativos, devem ressaltar o potencial relativo de cada lote e efetuar indicações, as mais precisas possíveis, desse potencial, destacando os diferentes níveis de vigor dos lotes comparados. Dessa forma, embora a identificação dos lotes com qualidade intermediária tenha sofrido variações, dependendo do teste considerado, os resultados do presente trabalho, quando interpretados em termos de comparações entre médias, permitiram identificar os testes de germinação, primeira contagem e velocidade de germinação como os mais indicados para expressar o potencial relativo dos lotes estudados.

Deve ser observado, ainda, que a maioria dos estudos efetuados com o objetivo de associar o desempenho de sementes de soja à emergência das plântulas em campo, envolve análise de correlação entre os dados obtidos. Assim, podem ser citados os trabalhos conduzidos por TeKrony (1973), TeKrony & Egli (1977), Johnson & Wax (1978), Egli & TeKrony (1979), McDonald Junior & Wilson (1979), Kulik & Yaklich (1982).

No presente trabalho, também, foram determinados os coeficientes de correlação simples entre os dados coletados nos diferentes testes, procurando verificar a consistência das informações obtidas, em relação às provenientes da comparação entre médias. Os coeficientes de correlação simples são apresentados na Tabela 8. Observou-se a existência de correlação positiva e altamente significativa entre os dados de germinação, primeira contagem e velocidade de germinação, combinados entre si, para todos os lotes avaliados. Resultados semelhantes foram obtidos por Souza & Marcos Filho (1975) com sorgo, Godoy (1975) com algodão, e Marcos Filho et al. (1982) com soja. A existência de correlação positiva entre esses três parâmetros era, de certa forma, esperada pois, apesar de avaliarem diferentes aspectos da qualidade fisiológica das sementes, foram conduzidos, simultaneamente, com as mesmas amostras.

Os resultados de envelhecimento acelerado praticamente não se correlacionaram com os demais testes de laboratório, contrariando as informações de TeKrony (1973) e Marcos Filho et al. (1982),

TABELA 7. Emergência de plântulas: valores médios (%) obtidos em testes conduzidos em quatro épocas bimestrais. Piracicaba, SP, 1981\*.

Maio		Julho		Setembro		Novembro	
Lote	Média	Lote	Média	Lote	Média	Lote	Média
A	91 a	A	78 a	B	87 a	B	70 a
B	86 ab	B	77 a	A	82 ab	A	70 a
C	79 bc	D	76 a	C	73 b	C	63 ab
D	73 cd	C	75 a	D	73 b	D	50 b
G	59 de	F	53 b	G	64 c	G	33 c
E	58 de	E	48 bc	F	48 d	F	30 cd
F	56 e	G	40 cd	E	37 e	E	24 de
H	41 f	H	33 d	H	29 f	H	21 e

CV (%) = 7,0    CV (%) = 8,5    CV (%) = 6,6    CV (%) = 10,3

\* Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferiram significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 8. Coeficientes de correlação simples (r) entre dados obtidos em testes de germinação e de vigor conduzidos com oito lotes de sementes de soja. Piracicaba, SP, 1981.

Testes	Lotes							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Germ. X 1ª c	0,83**	0,91**	0,90**	0,90**	0,92**	0,80**	0,75**	0,90**
Germ. X V. germ.	0,90**	0,94**	0,95**	0,97**	0,89**	0,77**	0,98**	0,93**
Germ. X E. acel.	0,46	0,11	0,26	0,09	0,18	-0,01	0,30	0,06
Germ. X Germ. (20)	-0,22	0,32	0,03	0,14	-0,19	0,26	0,67**	-0,57*
Germ. X Lixiv.	-0,63**	-0,72**	-0,63**	0,46	-0,79**	-0,33	-0,53*	-0,01
Germ. X Emerg.	0,25	-0,17	0,20	0,17	0,68**	0,49	0,12	0,34
1ª c X V. germ.	0,93**	0,95**	0,96**	0,98**	0,97**	0,76**	0,86**	0,87**
1ª c X E. acel.	0,58**	-0,07	0,33	-0,17	-0,13	0,01	0,22	0,19
1ª c X Germ. (20)	0,06	0,47	0,02	0,16	0,07	0,15	0,70**	-0,58*
1ª c X Lixiv.	-0,60*	-0,80**	-0,54*	-0,47	-0,68**	-0,24	-0,67**	-0,17
1ª c X Emerg.	0,22	-0,38	0,19	0,11	0,80**	0,46	0,02	0,39
V. germ. X E. acel.	0,50	0,04	0,17	-0,16	-0,12	0,15	0,30	0,17
V. germ. X Germ. (20)	-0,06	0,39	0,12	0,15	-0,07	-0,09	0,70**	-0,45
V. germ. X Lixiv.	-0,70**	-0,76**	-0,50*	-0,50**	0,77**	-0,17	-0,60*	-0,10
V. germ. X Emerg.	0,33	-0,20	0,15	0,15	0,77**	0,30	0,08	0,50*
E. acel. X Germ. (20)	-0,12	-0,44	-0,15	0,06	0,10	0,16	0,13	-0,41
E. acel. X Lixiv.	-0,54*	-0,03	-0,47*	0,51*	-0,03	-0,39	-0,10	0,09
E. acel. X Emerg.	0,36	0,27	0,59	0,67**	0,04	0,59*	0,14	0,22
Germ. (20) X Lixiv.	-0,14	0,45	0,61*	-0,32	0,18	-0,26	-0,26	-0,33
Germ. (20) X Emerg.	0,19	0,06	0,49	0,19	0,20	0,42	0,38	0,04
Lixiv. X Emerg.	-0,79**	-0,67**	0,03	-0,66**	-0,71**	-0,76**	-0,39	-0,72**

que verificaram a existência de correlação significativa entre dados de envelhecimento acelerado, germinação e primeira contagem. No presente trabalho, as correlações do envelhecimento com primeira contagem, velocidade de germinação e lixiviação foram esparsas e pouco acentuadas.

Por outro lado, os dados de lixiviação de K<sup>+</sup> correlacionaram-se negativa e significativamente com os de germinação e primeira contagem, em cinco lotes, e com velocidade de germinação em seis dos oito lotes estudados, confirmando observações relatadas por Marcos Filho et al. (1982). Koostra (1973) e McDonald Junior & Wilson (1979) também se referiram à existência de correlação significativa entre a lixiviação de sais e a germinação das sementes.

Quanto à correlação entre dados de laboratório e emergência em campo, notou-se, pelo exame da Tabela 8, que os dados de germinação, primeira contagem, velocidade de germinação e de envelhecimento rápido, praticamente, não se correlacionaram com os de emergência. Isto contraria dire-

tamente as observações efetuadas anteriormente, no presente trabalho, pois, de acordo com as comparações entre médias obtidas, os testes de germinação, primeira contagem e velocidade de germinação foram considerados como os mais relacionados à emergência das plântulas. A correlação entre envelhecimento e emergência foi destacada por Amaral & Bicca (1977), TeKrony & Egli (1977), Kulik & Yaklich (1982), mas não encontrada por Johnson & Wax (1978), todos trabalhando com soja. A correlação significativa entre primeira contagem e emergência foi relatada por TeKrony (1973) e por TeKrony & Egli (1977).

Por outro lado, os dados de lixiviação de K<sup>+</sup> correlacionaram-se significativamente com os de emergência, em seis lotes, confirmando observações anteriores de Heydecker (1972), Matthews & Powell (1981), Kulik & Yaklich (1982), que trabalharam com o teste de condutividade elétrica; no entanto não correspondem às tendências observadas durante o confronto médias (Tabelas 1 a 7), pois o lote H, que exibiu as menores percen-

tagens de emergência, também apresentou as menores taxas de lixiviação de  $K^+$ .

Conforme destacaram TeKrony & Egli (1977), a correlação significativa indica simplesmente uma tendência de variação semelhante entre dois parâmetros; não significa, porém, que há uma correspondente precisão de estimativa da qualidade do lote. Os autores afirmaram que essas comparações podem ser enganosas, quando são efetuadas tentativas para estabelecer relações estatísticas entre os dados obtidos em testes de laboratório com a emergência das plântulas em campo.

Kulik & Yaklich (1982) consideraram, por sua vez, que coeficientes de determinação ( $r^2$ ) superiores a 0,30 representam uma relação significativa entre dados obtidos em testes de laboratório e de emergência das plântulas em campo, além de, proporcionar uma estimativa da emergência. Observando-se as Fig. 1 e 2, correspondentes aos lotes A e H, nota-se que essa generalização não pode ser totalmente aceita. Assim, para os dois lotes apre-

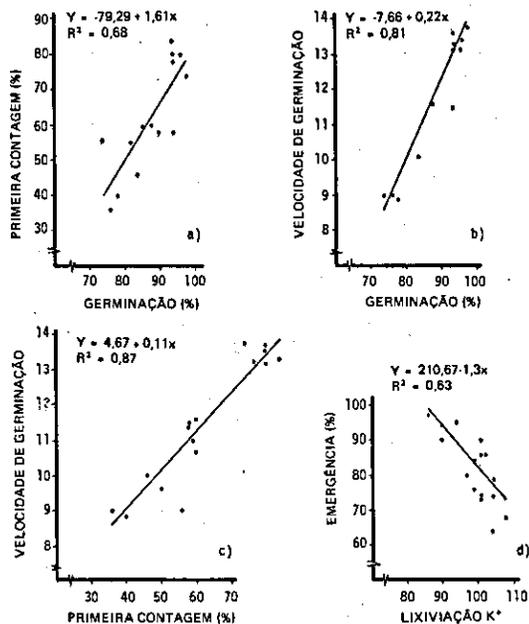


FIG. 1. Relação entre parâmetros da qualidade fisiológica de sementes de soja, avaliados para o lote A. a) Germinação X primeira contagem; b) germinação X velocidade; c) primeira contagem X velocidade; d) lixiviação  $K^+$  X emergência de plântulas.

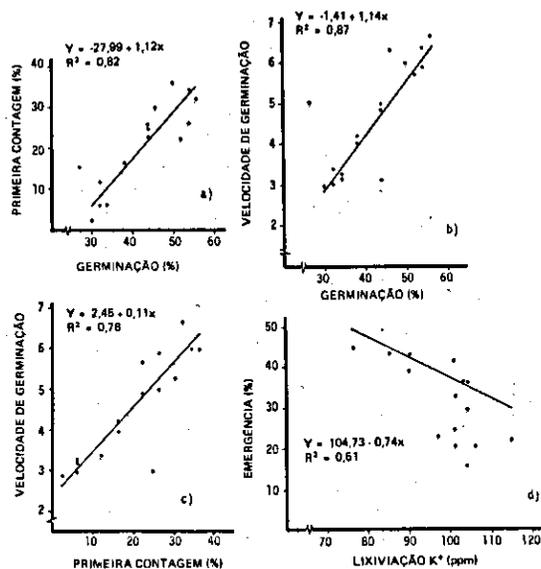


FIG. 2. Relação entre parâmetros da qualidade fisiológica de sementes de soja, avaliados para o lote H. a) Germinação X primeira contagem; b) germinação X velocidade; c) primeira contagem X velocidade; d) lixiviação  $K^+$  X emergência de plântulas.

sentados, as correlação entre lixiviação de  $K^+$  e emergência, embora os valores de  $r^2$  superassem 0,30, não foram suficientes para avaliar a eficiência do teste de lixiviação de  $K^+$ . Verifica-se, nessas figuras, a maior dispersão dos dados de lixiviação e emergência (em relação aos valores estimados) que nas correlações entre germinação, primeira contagem e velocidade, onde os coeficientes de determinação também foram superiores a 0,30.

Portanto, os resultados obtidos no presente trabalho sugerem que a utilização de apenas um método de laboratório para estimar a qualidade potencial de lotes de sementes de soja, bem como a avaliação de sua eficiência com o uso exclusivo de análises de correlação, poderá conduzir à obtenção de informações incompletas e/ou enganosas. Esses fatos merecem atenção especial durante a condução de pesquisas sobre o assunto e a interpretação de seus resultados.

## CONCLUSÕES

1. Dentre os testes conduzidos em laboratório, com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica de

sementes de soja, os de germinação, primeira contagem e velocidade de germinação foram considerados como os mais eficientes para identificar diferenças entre o potencial de emergência das plântulas em campo.

2. Pesquisas conduzidas com o objetivo de estabelecer relações entre resultados de testes de laboratório e de emergência em campo, ao considerar apenas as informações provenientes de análise de correlação, podem gerar informações incompletas.

#### REFERÊNCIAS

- ABDUL-BAKI, A.A. & BAKER, J.E. Are changes in cellular organelles or membranes related to vigor loss in seeds? *Seed Sci. Technol.*, 1(1):89-125, 1973.
- AMARAL, A.S. & BICCA, I.H.F. Influência do vigor da semente de soja no estabelecimento do stand e na produção de grãos. In: REUNIÃO CONJUNTA DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 5 Pelotas, 1977. Resultados de pesquisa em soja obtidos no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo em 1976/77. Passo Fundo, 1977. p.19-24.
- AMORIM, H.V. Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração da qualidade. Piracicaba, ESALQ/USP, 1978. 85p. Tese Livre-Docência.
- BASKIN, C.C. Accelerated aging test. In: PERRY, D.A., ed. *Handbook of Vigour Test Methods*. Zurich, Int. Seed Test. Assoc., 1981. p.43-8.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Regras para análise de sementes. Brasília, 1976. 188p.
- BURRIS, J.S.; EDJE, O.T. & WAHAB, A.H. Evaluation of various indices of seed and seedling vigor in soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill. *Proc. Assoc. Off. Seed Anal.*, 59:73-81, 1969.
- DELOUCHE, J.C. & BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. Technol.*, 1(2):427-52, 1973.
- EDJE, O.T. & BURRIS, J.S. Seedling vigor in soybeans. *Proc. Assoc. Off. Seed Anal.*, 60:149-57, 1970.
- EGLI, D.B. & TEKRONY, D.M. Relationship between soybean seed vigor and yield. *Agron. J.*, 71(5):755-59, 1979.
- GODOY, R. Testes de vigor em sementes de algodão. Piracicaba, ESALQ/USP, 1975. 125p. Tese Mestrado.
- HEYDECKER, W. Report of the vigour test committee, 1968-1971. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.*, 37(2):379-87, 1972.
- JOHNSON, R.R. & WAX, L.M. Relationship of soybean germination and vigor tests to field performance. *Agron. J.*, 70(2):273-78, 1978.
- KOOSTRA, P. Changes in seed ultrastructure during senescence. *Seed Sci. Technol.*, 1(2):417-25, 1973.
- 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.*, 22(4):766-70, 1982.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.*, 2(2):176-77, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Qualidade fisiológica e maturação de sementes de soja. Piracicaba, ESALQ/USP, 1979. 180p. Tese Livre-Docência.
- MARCOS FILHO, J. Qualidade fisiológica de sementes de soja, cv. Bragg e UFV-1, e comportamento das plantas no campo. *Pesq. agropec. bras.*, 16(3):405-15, 1981.
- MARCOS FILHO, J.; AMORIM, H.V.; SILVAROLLA, M.B. & PESCARIN, H.M.C. Relações entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2, Brasília, 1981. *Anais ... Brasília, EMBRAPA*, 1982. v.1, p.676-88.
- MATTHEWS, S. & POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D.A., ed. *Handbook of Vigour Test Methods*. Zurich, Int. Seed Test. Assoc., 1981. p.37-42.
- MCCARTER, S.M. & RONCADORI, R.W. Influence of low temperature during cottonseed germination on growth and disease susceptibility. *Phytopath.*, 61:1426-29, 1971.
- MCDONALD JÚNIOR, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. *Proc. Assoc. Off. Seed Anal.*, 65:109-39, 1975.
- MCDONALD JÚNIOR, M.B. Vigor test subcommittee report. *News Lett. Assoc. Off. Seed Anal.*, 54(1):37-40, 1980.
- MCDONALD JÚNIOR, 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.*, 4(2):1-11, 1979.
- PEREIRA, L.A.G. & ANDREWS, C.H. Comparação de alguns testes de vigor para a avaliação da qualidade de sementes de soja. *Semente*, 2(2):15-25, 1976.
- POPINIGIS, F. Effects of the physiological quality of seed on field performance of soybeans as affected by population density. *Miss. State, Miss. State Univ.*, 1973. 65p. Tese Doutorado.
- SIMON, E.W. & RAJA-HARUM, R.M. Leakage during seed imbibition. *J. Exp. Bot.*, 23(77):1076-85, 1972.
- SOUZA, F.H.D. & MARCOS FILHO, J. Estudo comparativo de métodos para a avaliação do vigor de sementes de sorgo. *An. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz*, 32:369-83, 1975.
- TEKRONY, D.M. The soybean seed-field emergence complex. In: SOYBEAN SEED CONF., 3, s.l., 1973. *Proceedings ... s.l., Am. Seed Trade Assoc.*, 1973. v. 3, p.22-8.
- TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. *Crop Sci.*, 17(4):573-77, 1977.