TESTES PARA AVALIAÇÃO RÁPIDA DA VIABILIDADE E DO VIGOR DE
SEMENTES DE SOJA (*Glycine max* (L.) MERRILL)

ALBERTO SERGIO DO REGO BARROS
Engenheiro● Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. JULIO MARCOS FETTER

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título
de Mestre em Agronomia. Área de
Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Fevereiro - 1988

B277t Barros, Alberto Sergio do Rego
 Testes para avaliação rápida da viabilidade e
do vigor de sementes de soja (Glycine max (L.)
Merrill) Piracicaba, 1988.
 140p. illus.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Semente de soja - Avaliação 2. Soja - Se-
mente - Qualidade 3. Soja - Semente - Vigor I.
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,
Piracicaba

CDD 633.34

TESTES PARA AVALIAÇÃO RÁPIDA DA VIABILIDADE E DO VIGOR DE
SEMENTES DE SCJA (*Glycine max* (L.) MERRILL)

ALBERTO SERGIO DO REGO BARROS

Aprovada em: 15/04/1988

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Julio Marcos Filho	ESALQ/USP
Prof. Dr. Natal Antonio Vello	ESALQ/USP
Prof. Dr. João Nakagawa	FCA/UNESP

Prof. Dr. Julio Marcos Filho
Orientador

*A Yone e Daniel Augusto pelo
apoio, estímulo e presenças
constantes.*

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Julio Marcos Filho, pela dedicada orientação durante todas as fases do curso.
- Aos Professores Walter Rodrigues da Silva e Silvio Moure Cicero, pelas valiosas sugestões.
- Às Engenheiras Agrônomas Helena Maria C. Pescarin Chamma e Ana Dionisia L.C. Novembre, pela colaboração prestada na condução dos testes de laboratório.
- Ao Departamento de Química da ESALQ, em especial ao Prof. Quirino Augusto C. Carmello pela colaboração prestada.
- Ao Prof. Décio Barbin, pela orientação nos trabalhos de análise estatística.
- Aos Professores e funcionários do Departamento de Agricultura da ESALQ.
- Ao Centro de Informática na Agricultura da ESALQ, em especial ao Gabriel Adrian Sarries pelo auxílio na análise estatística.
- À Fundação Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR, pela oportunidade, apoio e suporte, fornecidos para a realização do curso de pós-graduação.
- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pelo fornecimento de recursos para a execução do trabalho.
- À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa de estudo concedida.

Aos Colegas de curso, pela amizade e incentivos.

A todos aqueles que, de alguma forma, colaboraram para que este trabalho pudesse ser realizado.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xvi
SUMMARY	xviii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Avaliação da qualidade fisiológica das se- mentes	3
2.2. Testes rápidos	9
2.2.1. Coloração dos tecidos vivos	9
2.2.1.1. Tetrazólio	11
2.2.2. Permeabilidade das membranas	15
2.2.2.1. Condutividade elétrica	17
2.2.2.2. Lixiviação de potás - sio	23
2.2.2.3. pH do exsudato	25
2.3. Considerações gerais	28
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1. Sementes e cultivares	31
3.2. Determinações preliminares	33
3.2.1. Grau de umidade das sementes	33
3.2.2. Germinação	33
3.2.3. Tetrazólio	34
3.2.4. Envelhecimento acelerado	36
3.2.5. Condutividade elétrica	36
3.2.6. Informações preliminares	37
3.3. Armazenamento	41
3.4. Testes de laboratório	41
3.4.1. Grau de umidade das sementes	44

3.4.2. Germinação	44
3.4.3. Tetrazólio	44
3.4.4. pH do exsudato (fenolftaleína)	45
3.4.5. Condutividade elétrica	47
3.4.6. Lixiviação de potássio	49
3.5. Teste de campo	49
3.5.1. Emergência das plântulas em campo ..	49
3.6. Procedimento estatístico	50
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1. Cultivar Paraná	53
4.1.1. Análise comparativa entre os testes para avaliação da viabilidade	55
4.1.2. Análise comparativa entre os testes para avaliação do vigor	70
4.2. Cultivar BR-6	79
4.2.1. Análise comparativa entre os testes para avaliação da viabilidade	79
4.2.2. Análise comparativa entre os testes para avaliação do vigor	94
4.3. Cultivar Bossier	102
4.3.1. Análise comparativa entre os testes para avaliação da viabilidade	104
4.3.2. Análise comparativa entre os testes para avaliação do vigor	116
4.4. Considerações gerais	124
5. CONCLUSÕES	130
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº		Página
1	Teste do pH do exsudato (fenolftaleína): <u>as</u> pecto geral da embebição das sementes ..	45
2	Teste do pH do exsudato (fenolftaleína): adição das gotas de soluções de carbona <u>a</u> to de sódio anidro e de fenolftaleína ..	46
3	Teste do pH do exsudato (fenolftaleína): aspecto geral das colorações resultantes da reação dos exsudatos das sementes ...	48
4	Interpretação do teste do pH do exsuda- to (fenolftaleína): a) vermelho púrpura - sementes viáveis; b) vermelho púrpura mais claro - sementes não viáveis; c) incolor - sementes não viáveis	48

LISTA DE TABELAS

TABELA Nº		Página
1	Determinações preliminares: dados médios obtidos nas avaliações realizadas com sementes pertencentes aos lotes do cultivar Paraná. Piracicaba, 1986	38
2	Determinações preliminares: dados médios obtidos nas avaliações realizadas com sementes pertencentes aos lotes do cultivar BR-6. Piracicaba, 1986	39
3	Determinações preliminares: dados médios obtidos nas avaliações realizadas com sementes pertencentes aos lotes do cultivar Bossier. Piracicaba, 1986	40
4	Temperaturas média, máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar (%), valores médios por decêndios, referentes ao ambiente de armazenamento das sementes de soja. Piracicaba, julho a dezembro de 1986 ...	42
5	Temperaturas média, máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar (%), valores médios por decêndios, referentes ao ambiente de armazenamento das sementes de soja. Piracicaba, janeiro a julho de 1987.	43
6	Esquema da análise de variância para cada cultivar, com os dados obtidos nos testes de laboratório e de campo. Piracicaba, 1987	51

TABELA Nº

Página

7	Valores de F obtidos nas análises da variância dos dados referentes aos testes realizados durante o período experimental, para os lotes do cultivar Paraná. Piracicaba, 1987	54
8	Germinação: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	56
9	Teste de tetrazólio 1-5 (viabilidade): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	57
10	Teste de tetrazólio 6-8 (perda da viabilidade por dano de umidade): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87	60
11	pH do exsudato (fenolftaleína)-20 minutos de embebição: valores médios (%) de viabilidade obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	62
12	pH do exsudato (fenolftaleína) - 30 minutos de embebição: valores médios (%) de viabilidade obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	63

TABELA Nº

Página

13	Emergência em campo: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87	66
14	Grau de umidade: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	69
15	Teste de tetrazólio 1-3 (vigor): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87	71
16	Condutividade elétrica: valores médios (μ hos/g) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87	73
17	Lixiviação de potássio: valores médios (ppm/g) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87	75
18	Coefficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos nos testes para avaliação da qualidade das sementes de soja, conduzidos com os lotes do cultivar Paraná durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	77

TABELA Nº

Página

19	Valores de F obtidos nas análises da variância dos dados referentes aos testes realizados durante o período experimental, para os lotes do cultivar BR-6. Piracicaba, 1987	80
20	Germinação: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	81
21	Teste de tetrazólio 1-5 (viabilidade): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	83
22	Teste de tetrazólio 6-8 (perda da viabilidade por dano de umidade): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87	85
23	pH do exsudato (fenolftaleína) - 20 minutos de embebição: valores médios (%) de viabilidade obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	86
24	pH do exsudato (fenolftaleína) - 30 minutos de embebição: valores médios (%) de viabilidade obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	88

TABELA Nº

Página

25	Emergência em campo: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87	90
26	Grau de umidade: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	93
27	Teste de tetrazólio 1-3 (vigor): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87	95
28	Condutividade elétrica: valores médios (μ mhos/g) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87	96
29	Lixiviação de potássio: valores médios (ppm/g) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87	98
30	Coefficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos nos testes para avaliação da qualidade das sementes de soja, conduzidos com os lotes do cultivar BR-6 durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	99

TABELA Nº

Página

31	Valores de F obtidos nas análises da <u>va</u> <u>riância</u> dos dados referentes aos testes realizados durante o período experimen- tal, para os lotes do cultivar Bossier. Piracicaba, 1987	103
32	Germinação: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Bossier duran- te o período experimental. Piracicaba, 1986/87	105
33	Teste de tetrazólio 1-5 (viabilidade): <u>va</u> <u>lores</u> médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	106
34	Teste de tetrazólio 6-8 (perda da <u>viabi</u> <u>lidade</u> por dano de umidade): valores <u>mê</u> <u>dios</u> (%) obtidos para os lotes de culti- var Bossier durante as épocas de avalia- ção. Piracicaba, 1986/87	108
35	pH do exsudato (fenolftaleína) - 20 mi- nutos de embebição: valores médios (%) de viabilidade obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante o período ex- perimental. Piracicaba, 1986/87	110
36	pH do exsudato (fenolftaleína) - 30 mi- nutos de embebição: valores médios (%) de viabilidade obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante o período ex- perimental. Piracicaba, 1986/87	111

TABELA Nº

Página

37	Emergência em campo: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87	113
38	Grau de umidade: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	115
39	Teste de tetrazólio 1-3 (vigor): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87	117
40	Condutividade elétrica: valores médios (μ mhos/g) obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87	119
41	Lixiviação de potássio: valores médios (ppm/g) obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87	120
42	Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos nos testes para avaliação da qualidade de sementes de soja, conduzidos com os lotes do cultivar Bossier durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87	122

TESTES PARA AVALIAÇÃO RÁPIDA DA VIABILIDADE E DO VIGOR
DE SEMENTES DE SOJA (*Glycine max* (L.) MERRILL)

Autor: ALBERTO SERGIO DO REGO BARROS

Orientador: Prof. Dr. JULIO MARCOS FILHO

RESUMO

A avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), através de testes rápidos, vem sendo considerada como um recurso extremamente útil, no sentido de possibilitar aos produtores um controle de qualidade mais eficiente e dinâmico.

Neste enfoque, o presente trabalho, conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e no Campo Experimental da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, teve como objetivo principal a avaliação da eficiência comparativa de diferentes testes considerados rápidos para a determinação da viabilidade e do vigor de sementes de soja, procurando-se novos subsídios que permitam indicar testes mais adequados para a utilização em programas de controle de qualidade fisiológica.

Avaliaram-se para a determinação da viabilidade, os testes de tetrazólio 1-5 e do pH do exsudato (fenol-ftaleína), com 20 e 30 minutos de embebição e, para a avaliação do vigor, os testes de tetrazólio 1-3, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. O teste de germinação foi

utilizado como referencial para as avaliações da viabilidade, enquanto que a emergência das plântulas em campo, para as de viabilidade e vigor. Para tanto, utilizaram-se 21 lotes de sementes de soja, pertencentes a três cultivares (Paraná, BR-6 e Bossier), com as avaliações sendo realizadas em cinco épocas, em intervalos aproximadamente bimestrais, de setembro de 1986 a julho de 1987.

A análise dos dados e a interpretação dos resultados permitiram concluir que os testes de tetrazólio, pH do exsudato (fenolftaleína) com 30 minutos de embebição e condutividade elétrica são eficientes na obtenção de informações rápidas e utilizáveis em programas de controle de qualidade de sementes de soja, possibilitando a identificação de lotes com diferentes níveis de qualidade e o potencial de emergência das plântulas em campo; neste particular, os testes de tetrazólio 1-3 e de condutividade elétrica podem ser considerados mais sensíveis, pois os testes para a avaliação da viabilidade tendem a superestimar a qualidade fisiológica das sementes.

TESTS FOR A QUICK EVALUATION OF VIABILITY AND VIGOR OF
SOYBEAN SEEDS (*Glycine max* (L.) MERRILL)

Author: ALBERTO SERGIO DO REGO BARROS

Adviser: Prof. Dr. JULIO MARCOS FILHO

SUMMARY

This research deals with the evaluation of the compared efficiency of different tests considered to be quick ones for the determination of viability and vigor of soybean seeds. The results would be useful in the programs of physiological quality control of soybean seeds. This study was carried out in the Laboratory of Seed Analysis and in the experimental field of "Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz", University of São Paulo, in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. The following tests were evaluated: tetrazolium 1-5 test and exudate pH (phenolphthalein) test, with 20 and 30 minutes of soak, for the determination of viability; tetrazolium 1-3 test, electrical conductivity test and potassium leachate test, for the determination of vigor. The standard germination test was used as a reference in the evaluations of viability while field emergence was used in the evaluation of viability and vigor. There were used 21 lots of soybean seeds from three cultivars (Paraná, BR-6 and Bossier) and the evaluations were done in five periods in two month intervals, from September 1986 to July 1987. The

results were as follows: the tetrazolium, exudate pH (phenolphthalein) with 30 minutes of soak and electrical conductivity tests are efficient for the obtention of quick and usable information on programs of quality control of soybeans seeds. This would make easy the identification of seed lots with different levels of quality and the potential of seedling emergence in the field. Tetrazolium 1-3 and electrical conductivity tests can be considered the most sensitive ones, because the tests for the evaluation of viability tend to overestimate the physiological quality of the soybean seeds.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo fundamental de um sistema de produção de sementes é a obtenção de materiais com alta qualidade, permitindo que as características superiores dos cultivares, obtidas pela pesquisa, sejam disponíveis aos agricultores. No caso específico da soja, a demanda de sementes é elevada, exigindo dos produtores um controle de qualidade cada vez mais eficiente.

As sementes de soja são reconhecidamente problemáticas em termos de qualidade fisiológica, revelando alta sensibilidade às condições de ambiente e ao manejo durante e após a colheita. Desta maneira, é freqüente o descarte de lotes que não atingem os padrões mínimos para comercialização. Desse modo, é interessante que as entidades produtoras disponham de recursos técnicos necessários para a avaliação rápida e eficiente da germinação e vigor, possibilitando o descarte de sementes de baixa qualidade, por ocasião da recepção ou durante o processamento, com diminuição acentuada da probabilidade de prejuízos econômicos, além da racionalização do manejo dos lotes de sementes e da utilização mais eficiente da infra-estrutura existente.

Assim, a utilização de testes rápidos em programas de controle de qualidade fisiológica, envolvendo avaliações durante etapas compreendidas entre a maturidade fisiológica e a semeadura, pode possibilitar a identificação de problemas e suas causas, constituindo-se em retaguarda sólida para a tomada de medidas corretivas em tempo hábil.

Neste enfoque, os testes para avaliação rápida da viabilidade e vigor das sementes de soja assumem grande importância. Pesquisas tem sido conduzidas por diferentes instituições, proporcionando resultados promissores com o uso de vários testes; no entanto, como o assunto não está totalmente esclarecido, justifica-se a continuidade dos estudos visando a ampliação dos conhecimentos sobre a metodologia e possibilidades de utilização dos testes disponíveis, além do desenvolvimento de outros.

Diante da situação exposta, o presente trabalho foi planejado e conduzido com o objetivo principal de avaliar a eficiência comparativa de diferentes testes considerados rápidos para a determinação da viabilidade e do vigor de sementes de soja, procurando-se novos subsídios que permitam indicar testes mais adequados para utilização em programas de controle de qualidade fisiológica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes é um fator fundamental e de grande valia para os diversos segmentos que compõem um sistema de produção de sementes, contribuindo significativamente para a manutenção e aprimoramento da qualidade deste insumo básico, com reflexos diretos na produtividade agrícola.

Segundo POPINIGIS (1985), a qualidade das sementes pode ser conceituada como a somatória de atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos que afetam a sua capacidade de originar plantas de alta produtividade. O mesmo autor definiu a qualidade fisiológica como a capacidade das sementes para desempenharem funções vitais, abrangendo germinação, vigor e longevidade.

Neste aspecto, a semente, como todo organismo vivo, sofre o processo de deterioração que, de acordo com vários autores, se refere ao conjunto de transformações degenerativas e irreversíveis que ocorrem após a semente atingir o nível máximo de qualidade. A sequência hipotética dessas

transformações, a partir do ponto de maturidade fisiológica, foi proposta por DELOUCHE & BASKIN (1973), envolvendo: degradação das membranas celulares; redução das atividades respiratórias e biossintéticas; germinação mais lenta; redução do potencial de conservação; menor taxa de crescimento e desenvolvimento; menor uniformidade; maior sensibilidade às adversidades do ambiente; redução da emergência em campo; aumento da ocorrência de plântulas anormais e, finalmente, perda do poder germinativo.

No caso específico de sementes de soja, o processo de deterioração ainda não está completamente elucidado, mas se relaciona a alguns aspectos bioquímicos: a) redução da atividade enzimática (desidrogenases, descarboxilase do ácido glutâmico, catalase, peroxidase, fenolase e amilase), sendo que a atividade das desidrogenases parece ser a mais ligada à deterioração; b) queda nos índices de respiração e biossíntese; c) aumento da permeabilidade de membranas (FRANÇA NETO & HENNING, 1984). Não são completamente disponíveis, porém, conhecimentos referentes às relações entre manifestações bioquímicas e fisiológicas da deterioração.

A avaliação da qualidade das sementes deve ser realizada através do exame detalhado de amostras, mediante uma série de testes preferivelmente padronizados, para permitir maior grau de segurança na comparação dos resultados provenientes de diferentes amostras da mesma espécie e/ou cultivar (MARCOS FILHO et alii, 1987). A viabilidade e o vigor são os parâmetros fundamentais utilizados na avaliação da qualidade fisiológica das sementes (POPINIGIS, 1985).

A viabilidade é determinada principalmente através do teste de germinação, cuja metodologia tem sido aprimorada, resultando um alto nível de reprodutibilidade e confiabilidade (PERRY, 1981a). Entretanto, apesar da sua ampla utilização, o teste de germinação tem sido alvo para várias críticas. A principal é que normalmente os resultados diferem da emergência em campo, pelo fato do teste ser realizado em condições favoráveis, nem sempre observadas a nível de campo (ISELY, 1957); o mesmo autor citou a necessidade da condução de testes suplementares para diferenciar, por exemplo, a qualidade fisiológica de dois lotes que apresentam valores semelhantes no teste de germinação mas que, instalados lado a lado no campo, possuem comportamentos diferentes quanto à emergência.

A ausência de uma estreita relação entre a germinação obtida em laboratório e a emergência das plântulas em campo, foi responsável pelo desenvolvimento do conceito de vigor (PERRY, 1972 e CARVALHO & NAKAGAWA, 1983).

Alguns pesquisadores, trabalhando com sementes de soja, destacaram a importância do vigor; assim ABDULBAKI & ANDERSON (1973), citaram que esse atributo está diretamente relacionado com a perda ou redução da qualidade das sementes durante a colheita, secagem, processamento, transporte e armazenamento. JOHNSON & WAX (1978) e YAKLICH et alii (1979b) mencionaram que muitos fatores afetam o desempenho final de sementes de soja e que o conceito de vigor tem sido introduzido com a finalidade de determinar outros

fatores, além da viabilidade que afetam o estabelecimento e o crescimento das plântulas em campo.

A avaliação do vigor das sementes é realizada com o objetivo básico da identificação de possíveis diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes que apresentem poder germinativo semelhante (MARCOS FILHO et alii, 1987). Os autores consideraram como eficientes os testes que permitem separar lotes em diferentes categorias de vigor, desde que as informações obtidas correspondam ao mesmo grau de separação proporcionado pela emergência das plântulas em campo.

Os testes de vigor são considerados como fundamentais no monitoramento da qualidade das sementes pós-colheita (WOODSTOCK, 1973) e para suplementar as informações obtidas no teste de germinação, possibilitando uma combinação adicional entre os parâmetros analisados e a avaliação mais eficiente da qualidade fisiológica das sementes (ABDUL-BAKI & ANDERSON, 1973 e TEKRONY & EGLI, 1977).

ISELY (1957) classificou os testes de vigor em diretos e indiretos. Os diretos são aqueles que, geralmente, simulam condições adversas que a semente provavelmente encontrará no campo. Os testes indiretos são baseados em determinados atributos fisiológicos ou na observação de certas características morfológicas das sementes.

MCDONALD JUNIOR (1975), por sua vez, dividiu os testes de vigor em físicos, fisiológicos ou bioquímicos. Os físicos estariam relacionados com características de tama-

nho, peso e densidade das sementes; os fisiológicos utilizam alguns parâmetros vinculados à germinação e ao crescimento de plântulas, enquanto os bioquímicos avaliam alterações bioquímicas associadas ao vigor das sementes.

O teste de vigor, para possuir uma boa receptividade entre os tecnologistas de sementes, deve ser: reproduzível e correlacionado com a emergência das plântulas em campo, além de ser rápido, objetivo e simples (MCDONALD JUNIOR, 1975 e POWELL, 1986).

Atualmente, é crescente no setor de sementes a necessidade de métodos que permitam avaliar, de maneira rápida e eficiente, a qualidade fisiológica das sementes. A rapidez na obtenção das informações pode ser extremamente útil em programas de controle de qualidade, possibilitando uma maior flexibilização na utilização de recursos e também da infra-estrutura disponível.

No caso de sementes de soja, o teste de germinação é o mais utilizado para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, embora seus resultados apresentem, com frequência, discrepâncias em relação à emergência das plântulas em campo. Estas variações não ocorrem ou são menos acentuadas quando as condições em campo são favoráveis à emergência das plântulas (TEKRONY & EGLI, 1977; EGLI & TEKRONY, 1979 e MOTTA, 1986). No entanto, de um modo geral, se observa que os testes de germinação superestimam a emergência das plântulas em campo, ocorrendo inclusive grandes variações entre os resultados obtidos (TEKRONY & EGLI, 1977).

FRANÇA NETO et alii (1986), também ressaltam as limitações do teste de germinação em sementes de soja; além do período relativamente longo para sua execução, o teste não fornece informações quanto ao vigor, não permite a identificação precisa dos fatores que afetam a qualidade das sementes e seus resultados são frequentemente mascarados pela presença de fungos *Phomopsis* sp e *Fusarium semitectum*.

No entanto, sem dúvida, o fator tempo é uma das grandes limitações do teste de germinação. De acordo com as prescrições das Regras para Análise de Sementes, BRASIL, Ministério da Agricultura (1980), o teste para sementes de soja pode estender-se até 8 dias após a semeadura. Assim, é justificável uma tendência para a intensificação da pesquisa visando o desenvolvimento de testes rápidos para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, principalmente devido às vantagens que a rapidez dos resultados proporciona nos diversos segmentos da produção (FRANCO et alii, 1984; AMARAL & PESKE, 1985 e FRANÇA NETO et alii, 1986).

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes, através de determinações que demandam um período de tempo relativamente curto, segundo POLLOCK & ROOS (1972) e ABDUL-BAKI & ANDERSON (1973), são as relacionadas com os processos fisiológicos e bioquímicos da deterioração das sementes como, por exemplo, as atividades enzimáticas e respiratórias e a integridade das membranas celulares das sementes.

Outro aspecto fundamental, destacado por POLLOCK & ROOS (1972) é a importância das pesquisas com testes

rápidos incluírem, como referencial, a emergência das plântulas em campo, ao invés de relacionar os resultados somente com a porcentagem de germinação obtida no laboratório.

2.2. TESTES RÁPIDOS

Através do exame da literatura sobre o assunto, observa-se que, atualmente os testes rápidos que mais estão sendo estudados e desenvolvidos, avaliam os eventos iniciais da sequência de deterioração proposta por DELOUCHE & BASKIN (1973), podendo indicar uma maior sensibilidade dos testes em relação ao de germinação.

Esses testes geralmente se baseiam na coloração dos tecidos vivos das sementes, em função de alterações na atividade respiratória (caso específico do teste de tetrazólio) ou na permeabilidade das membranas, avaliando parâmetros relacionados à liberação de metabólitos durante a embebição das sementes, como a condutividade elétrica do meio de embebição, a quantidade de potássio lixiviado e as alterações no pH do exsudato das sementes.

2.2.1. Coloração dos tecidos vivos

A coloração dos tecidos vivos das sementes, por intermédio de substâncias químicas, no sentido de avaliar a sua qualidade, tornou-se objeto de pesquisas a partir do final do século passado.

FRANÇA NETO et alii (1986) relataram, por exemplo, que no ano de 1875 foi desenvolvida a técnica do ácido sulfúrico, com base na interpretação de diferentes padrões de coloração dos tecidos vivos e deteriorados após embebição de sementes nesse ácido.

Por outro lado, MARCOS FILHO et alii (1987) citaram que, a partir de estudos realizados em 1922, com objetivo de verificação da validade de vacinas, foi constatado que células vivas de sementes eram capazes de reduzir soluções incolores de sais de selênio e de telúrio para tonalidades avermelhada ou cinza-escura.

As dificuldades para o uso do método do sal de selênio, devidas principalmente à sua toxidez, originaram várias pesquisas no sentido de se encontrar um produto que não fosse tóxico e que proporcionasse uma avaliação mais eficiente das sementes através de diferentes colorações. Somente após a 2ª Guerra Mundial, com a divulgação dos trabalhos desenvolvidos na Alemanha, por Lakon, a utilização do cloreto de tetrazólio para determinar a viabilidade das sementes tomou impulso e originou pesquisas e aplicações para o teste, notadamente nos Estados Unidos (DELOUCHE et alii, 1976; GRABE, 1976; FRANÇA NETO et alii, 1986 e MARCOS FILHO et alii, 1987). No Brasil, a metodologia do teste de tetrazólio foi divulgada principalmente a partir do programa AGIPLAN (Apoio Governamental à Implantação do Plano Nacional de Sementes), na década de 70.

2.2.1.1. Tetrazólio

O teste de tetrazólio, considerado rápido, vem sendo adotado em escala crescente na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja no Brasil, principalmente devido a uma maior divulgação e também pelo maior número de cursos e treinamentos específicos ministrados por instituições de ensino e pesquisa. Segundo WOODSTOCK (1973), dentre os testes bioquímicos, o teste de tetrazólio é o que tem mais evoluído no sentido de ser utilizado rotineiramente em laboratórios de análise de sementes.

Fundamentalmente, a avaliação da qualidade fisiológica das sementes é realizada com base na alteração da coloração dos tecidos vivos em presença de uma solução de sal de tetrazólio, refletindo a atividade de enzimas desidrogenases envolvidas na atividade respiratória. Essas enzimas, como a diaforase e a xantina oxidase, catalizam a reação dos íons H^+ liberados pela respiração dos tecidos vivos com o sal de tetrazólio (cloreto 2,3,5 trifenil tetrazólio), formando uma substância de cor vermelha denominada formazan, insolúvel e não difusível. A reação se processa no interior das células, caracterizando os tecidos vivos que respiram, apresentando coloração vermelha e os tecidos mortos que não respiram ou os muito deteriorados (que liberam poucas quantidades de íons H^+ , insuficientes para que a reação ocorra), que se apresentam descoloridos (MCORE, 1972; MCDONALD JUNIOR, 1975; DELOUCHE et alii, 1976; PERRY, 1981b; ASSO-

CIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS, 1983; FRANÇA NETO *et alii*, 1986 e MARCOS FILHO *et alii*, 1987).

Uma das principais vantagens do teste de tetrazólio é a de possibilitar a avaliação da viabilidade das sementes em poucas horas, fator fundamental em programas de controle de qualidade (GRABE, 1976 e DIAS, 1982). No caso específico de sementes de soja, a obtenção dos resultados não excede o período de 24 horas. MACKAY (1972) apontou outra vantagem do teste, pelo fato de ser menos influenciado, durante a sua execução, pelas condições do ambiente do que o teste de germinação, reduzindo inclusive problemas com microrganismos.

Estudos comparativos tem sido conduzidos com o teste de tetrazólio para a determinação da viabilidade das sementes de soja, em relação a outros testes.

JOHNSON & WAX (1978) utilizaram o teste de tetrazólio para determinação da viabilidade, comparando-o com os testes de germinação, envelhecimento acelerado e teste de frio, procurando estabelecer a relação com a emergência das plântulas em campo. Os autores observaram que o teste se correlacionou com a emergência em campo, apesar do coeficiente de correlação obtido ser inferior aos dos demais testes. YAKLICH & KULIK (1979), por sua vez, em estudo semelhante por dois anos consecutivos, concluíram que o teste de tetrazólio foi o que mais se correlacionou com a emergência das plântulas em campo. PASHA & DAS (1982) compararam a viabilidade de sementes de soja, através do teste de tetrazólio, com

os resultados provenientes do teste de germinação e destacaram uma clara associação entre os resultados, determinando corretamente o aumento ou diminuição na germinação. Os autores consideraram o teste seguro, confiável e apropriado para determinar a capacidade de germinação de um lote de sementes de soja.

O teste de tetrazólio também pode determinar o vigor das sementes; a técnica, neste caso, é a mesma da empregada na determinação da viabilidade, havendo, porém, a necessidade de uma avaliação mais rigorosa das sementes, de acordo com o seu grau de deterioração (WOODSTOCK, 1973; MCDONALD JUNIOR, 1975; DIAS, 1982; POPINIGIS, 1985 e FRANÇA NETO et alii, 1986).

PEREIRA (1974), em pesquisa com sementes de soja, verificando inclusive o efeito de sementes verdes, sementes com tegumento enrugado, danificações mecânicas e danos causados por insetos, concluiu que uma boa indicação da emergência em campo pode ser fornecida pelos valores obtidos no teste de tetrazólio 1-3 (vigor). MOTTA (1986) em estudo comparativo com testes de vigor (primeira contagem do teste de germinação, teste de tetrazólio 1-3, classificação do vigor de plântulas, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica) e também relacionando-os com a emergência em campo, concluiu que o teste de tetrazólio destacou-se como o mais eficiente na classificação dos lotes de sementes de soja, de acordo com seus níveis de desempenho, quando comparados com a emergência em campo.

Outro aspecto importante é a possibilidade do teste diagnosticar os problemas que causam a perda da qualidade das sementes, particularmente em sementes de soja, como os danos provocados por umidade, injúrias mecânicas, danos provocados pelo ataque de insetos (percevejos) e danos causados por secagem (MOORE, 1972; PEREIRA, 1974 e FRANÇA NETO et alii, 1986). Entretanto, MASON et alii (1982) relataram que o teste de tetrazólio se mostrou incapaz de detectar danos mecânicos recentes (aproximadamente um mês após a colheita) em sementes de soja.

Por outro lado, o teste de tetrazólio apresenta algumas limitações como: necessidade de pessoal capacitado para conduzi-lo; os resultados são obtidos rapidamente, mas há necessidade de um número de horas de trabalho humano superior ao teste de germinação; não permite a identificação de sementes dormentes, não indica a proporção de sementes duras na amostra e nem a presença de patógenos; não permite verificar a eficiência de um tratamento químico e nem as injúrias que este pode causar; existem, ainda, algumas dificuldades quanto à padronização da interpretação do teste (FRANÇA NETO et alii, 1986 e MARCOS FILHO et alii, 1987).

A principal crítica ao teste de tetrazólio, de acordo com MCDONALD JUNIOR (1975), é que as determinações realizadas são apoiadas quase que exclusivamente em julgamentos subjetivos, o que traz dificuldades para a padronização do teste.

2.2.2. Permeabilidade das membranas

A perda da integridade das membranas celulares, é outra manifestação de redução ou perda de qualidade das sementes, cujos reflexos tem proporcionado, recentemente, o desenvolvimento de testes considerados rápidos.

A permeabilidade das membranas, relacionada diretamente com a sua integridade, pode contribuir para detectar diferentes graus de deterioração das sementes e a consequente perda da viabilidade e vigor (HEYDECKER, 1972 e BEWLEY & BLACK, 1985). Essa perda da integridade das membranas em sementes deterioradas é verificada por ocasião da embebição dessas sementes, que liberam maiores quantidades de açúcares, íons, etc. do que as menos deterioradas, indicando uma maior permeabilidade das membranas (ABDUL-BAKI & ANDERSON, 1972 e TOLEDO & MARCOS FILHO, 1977).

WOODSTOCK (1973), por sua vez, enfatizou que a lixiviação de metabólitos das sementes está inversamente associada com o vigor, com base em três fatores: reflete a perda da integridade das membranas; representa a consequente perda de elementos essenciais constituintes da célula e pode favorecer o aparecimento de microrganismos. Com relação a este último fator, HEYDECKER (1972) e BEWLEY & BLACK (1982) destacaram que a liberação de açúcares e eletrólitos do conteúdo citoplasmático das células de sementes, pode estimular o desenvolvimento de microrganismos e acelerar o processo de deterioração.

Vários pesquisadores tem se dedicado a estudos relacionados à permeabilidade de membranas, no sentido de elucidar os diferentes aspectos envolvidos no processo. CHING & SCHOOLCRAFT (1968), em pesquisa com trevo carmezim e azevém perene, confirmaram que o aumento do teor de eletrólitos na água de embebição estava diretamente relacionado com a deterioração e morte das sementes, em consequência da degradação das membranas celulares e perda do controle da permeabilidade. SIMON & RAJA-HARUN (1972), em trabalho com sementes de ervilha, observaram que nas sementes secas, onde praticamente cessa o desenvolvimento das células, as membranas perdem a sua integridade. Os autores ainda relataram que essas sementes quando colocadas para embeber em água, liberam os solutos das células até que ocorra o restabelecimento da integridade das membranas.

SCHOETTLE & LEOPOLD (1984) trabalhando com lotes de sementes de soja, de diferentes índices de vigor, obtidos através do teste de envelhecimento artificial, também observaram aumento na lixiviação de solutos nas sementes menos vigorosas. BEWLEY & BLACK (1985) consideram que a relação entre a liberação de solutos e a germinação das sementes ainda não é totalmente conhecida e isto, segundo os autores, pode ser somente uma manifestação de sérias perturbações que podem ocorrer no sistema de membranas. Por outro lado, POWELL (1986) citou a ocorrência de mudanças bioquímicas nas membranas, que resultam em um aumento de lixiviação de metabólitos, já no início do processo de deterioração, quando as

sementes ainda são viáveis; a quantidade de lixiviados é influenciada pela condição da semente na época de colheita, pela idade da semente e também pela incidência de danificações.

2.2.2.1. Condutividade elétrica

Provavelmente, o primeiro trabalho utilizando o método da condutividade elétrica para avaliação da viabilidade das sementes, foi realizado por Fick e Hibbard, em 1925, com sementes de forrageiras e trevo vermelho; no entanto, o maior número de pesquisas sobre a utilização do método é relativamente recente (POWELL, 1986).

A avaliação da condutividade elétrica, através da quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes na água de embebição, tem sido utilizada para a determinação da qualidade fisiológica das sementes (MAGUIRE, 1977; YAKLICH et alii, 1979a e POWELL, 1986). De acordo com MCDONALD JUNIOR (1975), a determinação da condutividade do lixiviado das sementes é considerada rápida, precisa e de procedimento simples.

A utilização do teste de condutividade elétrica, para avaliação da viabilidade e principalmente do vigor, vem sendo bastante estudada por diversos pesquisadores. Essa determinação pode ser realizada com o auxílio de aparelhos que avaliam individualmente as sementes e, tem sido estudada para diversas espécies: algodão (STEERE et alii, 1981 e SMITH & VARVIL, 1985); ervilha (MULLETT & WILKINSON, 1979);

feijão (STEERE et alii, 1981 e BROUWER & MULDER, 1982) e pinus (VOZZO, 1984).

Em sementes de soja, alguns trabalhos vem sendo realizados com esses tipos de aparelhos, mais particularmente com o denominado ASA-610 que fornece os resultados em, aproximadamente, 24 horas.

MCDONALD JUNIOR & WILSON (1979) em estudo com o objetivo de avaliar o ASA-610 para predizer a germinação de lotes de sementes de soja, observaram que o aparelho só foi eficiente para lotes com mais de 80% e com menos de 20% de germinação. Segundo os autores, essas diferenças foram atribuídas a diferentes causas de deterioração e também em função do estabelecimento do limite referencial entre as sementes germináveis e não germináveis, estabelecido em 90 μ A/semente; de um modo geral, as sementes pertencentes aos lotes entre 60 e 80% de germinação, apresentaram leituras muito próximas desse valor. Os autores ainda consideraram que o desempenho do aparelho pode ser influenciado pela temperatura da água de embebição, tamanho e grau de umidade das sementes.

Pesquisa realizada por MCDONALD JUNIOR & WILSON (1980), usando sementes de soja com diferentes níveis de danificação mecânica e envelhecidas artificialmente, mostrou que o aparelho ASA-610 detectou, de um modo geral, todas as alterações na viabilidade das sementes quando comparadas ao teste de germinação; os autores também consideraram que o aparelho pode ser empregado para determinar a qualidade de

sementes de soja, inclusive a nível de laboratórios das empresas produtoras de sementes.

Entretanto, HEPBURN et alii (1984), em trabalho para verificar os possíveis problemas com a utilização rotineira do método para sementes de soja e ervilha, enfatizaram a necessidade de maior número de pesquisas, a nível biológico, relacionando a condutividade individual das sementes e a germinação, antes do emprego do teste em análises de rotina em laboratório.

O teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor das sementes, tem sido objeto de estudos por parte de vários pesquisadores em tecnologia de sementes e, com base no exame da literatura, são observados vários pontos de vista sobre o assunto. Por exemplo, HALLOIN (1975) concluiu que a condutividade elétrica não é válida para a avaliação da deterioração de sementes de algodão, envelhecidas artificialmente, e que os resultados são influenciados pelo grau de umidade das sementes. Entretanto, STEERE et alii (1981), trabalhando com sementes de soja, feijão e de algodão, concluíram que o método é um rápido indicador da qualidade das sementes, colaborando na avaliação do vigor.

A soja é uma das espécies cujas sementes tem sido contempladas com maior número de estudos, relacionando a determinação do vigor por meio do teste de condutividade elétrica; na maioria dos trabalhos consultados, a avaliação do vigor foi realizada com base na condutividade dos eletrólitos liberados de uma amostra, determinada por meio de condu

tivímetro e não de sementes individuais. A duração do teste também é de aproximadamente 24 horas.

ABDUL-BAKI & ANDERSON (1973) consideraram o teste de condutividade elétrica eficiente para a avaliação do vigor. Por outro lado, TAO (1978), detectou alguns fatores que podem influenciar os resultados do teste de condutividade para sementes de soja como: a qualidade da água utilizada na embebição, o grau de umidade das sementes, a temperatura de embebição e a presença de sementes danificadas.

YAKLICH et alii (1979a) avaliando alguns testes de vigor em sementes de soja, em relação ao desempenho em campo, obtiveram correlações significativas entre a liberação de eletrólitos e sua condutividade, com a emergência das plântulas em campo.

A necessidade de maiores informações sobre a relação entre os resultados do teste de condutividade com a emergência das plântulas em campo, já era preconizada por MATTHEWS & POWELL (1981); segundo os autores o teste vem sendo utilizado para distinguir lotes de sementes de soja com diferentes níveis de vigor, mas geralmente não estabelecendo suas relações com a emergência.

OLIVEIRA et alii (1984), realizando pesquisa em sementes de soja, com lotes de diferentes níveis de vigor e relacionando resultados do teste de condutividade com os do teste de germinação e a emergência em campo, evidenciaram que o teste de condutividade elétrica é um indicador mais eficiente da emergência em campo do que o teste de germina-

ção. Os autores destacaram, ainda, que sementes pertencentes a lotes de baixo vigor, quando colocadas em água embebiam rapidamente devido à presença de rupturas no tegumento, causando danos nas células dos cotilédones, resultando em lixiviação de grandes quantidades de eletrólitos.

HEPBURN et alii (1984), conduzindo estudos com sementes de soja e ervilha, utilizando o teste de condutividade elétrica com análise individual e também de amostras de sementes, evidenciaram que ocorreu uma sobreposição entre a condutividade elétrica avaliada entre sementes de diferentes níveis de vigor, não possibilitando uma separação eficiente entre os mesmos. Os autores verificaram, ainda, que essa sobreposição foi menor, quando se utilizou a análise individual de sementes. Também CHENA (1985), avaliando a eficiência de testes de vigor em sementes de soja de boa qualidade fisiológica, armazenadas em ambientes diferentes, detectou dificuldades na separação dos lotes através do teste de condutividade elétrica, sendo que esse fato também foi observado nos demais testes utilizados (primeira contagem do teste de germinação, envelhecimento acelerado, emergência e peso de matéria seca das plântulas em areia e emergência em campo).

Entretanto, MARCOS FILHO et alii (1985a), em pesquisa com sementes de soja colhidas em diferentes épocas e armazenadas em ambientes distintos, concluíram que o conjunto de informações proporcionadas pelos testes de germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica foi

eficiente para diferenciar níveis de qualidade fisiológica das sementes e estimar o potencial de emergência das plântulas em campo; desses três testes, o de condutividade elétrica permitiu a obtenção de informações mais precisas.

MOTTA (1986), realizando estudo comparativo entre testes de vigor com a emergência das plântulas em campo, com sementes de soja produzidas em diferentes locais e com níveis de vigor distintos, concluiu que o teste de condutividade elétrica tende a separar os lotes mais em relação aos locais de produção e ao peso de suas sementes do que ao seu potencial de emergência em campo.

Ainda com base na literatura sobre o assunto, existem algumas referências quanto à metodologia adotada para a execução do teste. As principais desvantagens da avaliação simultânea das sementes de uma amostra, residem no fato da possibilidade do teste não distinguir lotes de sementes com pequenas diferenças de qualidade, além do que a presença de sementes danificadas pode originar avaliações incorretas; nesse aspecto, a metodologia proposta pelo comitê de vigor da ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (1983) recomenda a eliminação das sementes danificadas. Todavia esse procedimento é criticado por alguns pesquisadores; OLIVEIRA et alii (1984) consideraram que a remoção das sementes danificadas, excluem do teste uma das principais causas da redução da emergência em campo e, segundo os autores, o teste para ser utilizado rotineiramente e possuir valor prático, deveria também incluir essas sementes na avaliação. Ainda com

referência à metodologia, MCDONALD JUNIOR & WILSON (1980) e POWELL (1986) consideram como bastante promissora a utilização de aparelhos que analisam individualmente as sementes, para a determinação do vigor.

2.2.2.2. Lixiviação de potássio

Ainda com base na permeabilidade das membranas, a determinação da quantidade de potássio liberado pelas sementes após um período de embebição, também vem sendo pesquisada como um índice rápido para avaliar o vigor das sementes de algumas espécies.

SIMON & RAJA-HARUM (1972) em pesquisa com sementes de ervilha, cujos tegumentos foram removidos, avaliaram a condutividade elétrica e a quantidade de potássio liberado após 24 horas de embebição; os autores observaram uma estreita relação entre os resultados obtidos nas duas avaliações. Também HALLOIN (1975) verificando a perda de solutos pelas sementes de algodão, em função da permeabilidade das membranas, observou que a concentração de íons potássio liberados, também correspondeu à condutividade dos solutos das sementes; a condutividade foi determinada com 15 e 45 minutos de embebição, enquanto que o potássio com 60 minutos. Por outro lado, MOSS & MULLETT (1982), utilizaram a quantidade de potássio lixiviado por sementes de feijão, após um período de embebição de 72 horas, como um índice de avaliação do vigor.

Algumas pesquisas também foram conduzidas com sementes de soja, no sentido de se obter uma avaliação rápida e segura do vigor por intermédio da lixiviação de potássio. MARCOS FILHO et alii (1982) estudando as relações entre a germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja, constataram índices de correlação negativos e altamente significativos entre os dados de lixiviação de potássio e os de germinação e vigor (1ª contagem do teste de germinação e envelhecimento acelerado). Os autores também constataram que as sementes colhidas em épocas subsequentes à da maturidade, exibiram acréscimos na taxa de lixiviação de potássio e decréscimos da qualidade fisiológica; a determinação do potássio liberado pelas sementes foi realizada após 90 minutos de embebição.

Por outro lado, MARCOS FILHO et alii (1984), avaliando testes de vigor em sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo, constataram que o teste de lixiviação de potássio não foi eficiente para detectar as diferenças de qualidade existentes entre os lotes estudados.

Recentemente, WOODSTOCK et alii (1985) realizando pesquisa com sementes de algodão, com a finalidade de avaliar alguns processos que ocorrem durante a deterioração de sementes, observaram que a determinação das quantidades de cálcio e potássio liberados durante a embebição das sementes, podem se constituir em promissores índices para a avaliação do vigor.

2.2.2.3. pH do exsudato

A necessidade de informações rápidas sobre a qualidade fisiológica das sementes, tem proporcionado o desenvolvimento de testes promissores, cujos objetivos fundamentais são a rapidez na obtenção dos resultados e, ao mesmo tempo, plenamente utilizáveis pelos produtores e analistas. Para tanto, os testes devem ser, preferencialmente, reproduzíveis, seguros quanto à interpretação, simples e econômicos.

Recentemente, alguns testes vem sendo desenvolvidos no Brasil, também com base na organização do sistema de membranas. Quando sementes são colocadas para embeber em água, ocorre a liberação de açúcares, ácidos orgânicos e também íons, entre os quais H^+ , que contribuem para acidificar o meio e provocar a diminuição do pH do exsudato das sementes; as mais deterioradas apresentaram maior lixiviação desses íons H^+ e consequentemente exsudatos mais ácidos com menores valores de pH; em contrapartida as sementes menos deterioradas originarão exsudatos com maiores valores de pH (AMARAL & PESKE, 1984).

A determinação do pH do exsudato das sementes pode ser realizada com o auxílio de indicadores ou por meio de aparelhos denominados peagômetros (AMARAL & PESKE, 1984 e PESKE & AMARAL, 1986).

ABDUL-BAKI & ANDERSON (1973) em pesquisa com sementes de soja, destacaram as vantagens das avaliações das

sementes através de lixiviação ou liberação de metabólitos ; entre outras, citaram a rapidez com que essas determinações são realizadas. Segundo os autores, a lixiviação dos metabólitos pode ser determinada também por meio de procedimentos colorimétricos.

Pesquisas recentes, principalmente com sementes de soja, tem demonstrado a possibilidade de utilização de testes rápidos e relativamente simples na determinação da viabilidade das sementes.

FRANCO et alii (1984) desenvolveram o denominado teste de timerosal, que possibilitou a determinação da viabilidade de sementes de soja em um período de aproximadamente 24 horas. De acordo com os autores, as sementes foram colocadas para embeber individualmente por 24 horas a 20°Ce, após esse período, foram adicionadas a cada compartimento individualizado, 2 a 3 gotas de uma solução de timerosal, comercialmente conhecido com o nome de Merthiolate; a reação originou duas colorações: a laranja brilhante representando as sementes viáveis e, a avermelhada, as sementes deterioradas. Ainda segundo os autores, as alterações de coloração observadas ocorreram em função do pH dos exsudatos; comparando os resultados obtidos com o teste de germinação em 30 amostras, a maior variação obtida entre os resultados dos testes foi de 7%.

Entretanto, AMARAL & PESKE (1984) determinaram a viabilidade de sementes de soja em períodos mais curtos através do teste do pH do exsudato - fenolftaleína. Os autores

trabalharam com 17 cultivares e 25 lotes com as sementes embebidas, individualmente, por três períodos: 20, 30 e 40 minutos a 25°C, sendo que após o período de embebição foram adicionadas a cada compartimento individualizado uma gota de solução de carbonato de sódio e uma gota de solução de fenolftaleína. Com base na reação dos exsudatos das sementes, os autores consideraram como viáveis as sementes cujos exsudatos se apresentavam com a coloração rosa forte e as que apresentavam exsudatos de coloração rosa fraco ou incolor como não viáveis. Os autores também concluíram, com base nos resultados, que o período de 30 minutos de embebição é o mais eficiente para estimar o poder germinativo de sementes de soja.

AMARAL & PESKE (1985) comentaram que o teste do pH do exsudato-fenolftaleína, além de avaliar a viabilidade de sementes de soja em apenas 30 minutos, possui como vantagens além da rapidez, a metodologia simples e a fácil avaliação. Os autores ainda destacaram que o teste é preciso além de possuir baixo custo e apresentar possibilidade de ser utilizado para outras culturas como: feijão, algodão, milho e arroz.

Em pesquisa com sementes de soja, com a finalidade de estudar a relação entre o pH do exsudato das sementes e sua germinação, PESKE & AMARAL (1986) verificaram que o limite que indica a viabilidade ou não das sementes, foi representado por pH = 5,8. Esse resultado foi obtido após embebição individual das sementes por 20 horas a 25°C.

FERNANDES et alii (1987) utilizaram o teste

do pH do exsudato ou fenolftaleína para determinar a viabilidade de sementes de feijão em 30 minutos. Os autores verificaram que entre os sete cultivares estudados, quatro apresentaram resultados semelhantes entre o teste do pH do exsudato e o teste de germinação.

2.3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Atualmente em pesquisas visando a avaliação ou desenvolvimento de testes para determinar a qualidade fisiológica das sementes, há uma tendência de se estabelecerem relações entre as informações obtidas com a emergência das plântulas em campo. Essa tendência pode ser constatada, por exemplo, nas considerações realizadas por POLLOCK & ROOS (1972) sobre a avaliação do vigor das sementes através de testes rápidos; os autores citaram como necessidade, além dos testes possuírem a capacidade de separar os melhores lotes, que se correlacionem com a emergência em campo.

Segundo WOODSTOCK (1973), a eficiência de um teste de vigor, por exemplo, só pode ser avaliada quando os seus resultados são comparados com o desempenho das sementes no campo, durante vários anos e com uma ampla variação de condições de ambiente. Por sua vez, o sucesso do comportamento de um lote de sementes no campo, está diretamente relacionado com a sua capacidade de germinação e também do estabelecimento de uma população adequada de plantas, para a obten-

ção de alta produtividade (TEKRONY & EGLI, 1977 e JOHNSON & WAX, 1978).

No caso específico de sementes de soja, apesar do crescente número de pesquisas conduzidas com o objetivo de avaliar e indicar testes capazes de fornecerem informações consistentes com relação à emergência em campo, até o presente momento ainda existem algumas dificuldades quanto à padronização de procedimentos e também com relação aos parâmetros avaliados, o que impede uma maior uniformidade de resultados.

Neste enfoque, MARCOS FILHO et alii (1984) salientaram que, apesar das dificuldades existentes no sentido de se estimar a emergência das plântulas em campo, é desejável a obtenção de um maior número de informações que permitam, pelo menos, identificar os lotes que reünam as maiores possibilidades de apresentar um melhor desempenho.

No entanto, existe um consenso quanto à necessidade de um maior número de estudos sobre métodos para avaliação da qualidade fisiológica sem a utilização de procedimentos artificiais, como também de pesquisas para a identificação da extensão dos efeitos dos diversos fatores que afetam a qualidade, procurando associá-los à emergência e desenvolvimento das plântulas em campo (MARCOS FILHO et alii, 1985a).

Apesar das pesquisas com métodos para avaliação rápida da qualidade fisiológica das sementes serem relativamente recentes, alguns testes já estão sendo utilizados

com sucesso em muitos laboratórios. TEKRONY (1983) realizou um levantamento em 102 laboratórios de análise de sementes nos Estados Unidos e, pelos dados apresentados pelo autor com base no ano de 1982, constata-se que entre os testes de vigor mais utilizados, estão presentes o teste de tetrazólio (66% dos laboratórios) e o de condutividade elétrica (31%). Com base ainda nos dados levantados pelo autor, observa-se que ocorreu um crescimento significativo entre 1976 e 1982 na utilização dos testes de tetrazólio e condutividade elétrica (respectivamente, 37 e 31%).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e no Campo Experimental do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, Estado de São Paulo. O período experimental teve início em setembro de 1986, se estendendo até julho de 1987, com as avaliações sendo realizadas em intervalos aproximadamente bimestrais.

3.1. SEMENTES E CULTIVARES

Para a realização da pesquisa, foram utilizadas as sementes básicas de soja, cultivares Paraná, BR-6 e Bossier, provenientes da Fundação Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, produzidas na região de Ponta Grossa - PR, ano agrícola 1985/86. Cada cultivar foi representado por 7 lotes, perfazendo um total de 21 lotes.

Os três cultivares utilizados figuram, isolada ou conjuntamente, nas recomendações para os Estados de

São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. São classificados em diferentes ciclos de maturação e apresentam diversidade quanto à qualidade de sementes (ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ, 1987).

Após a recepção e homogeneização dos lotes, em julho de 1986, foi realizada a avaliação do tamanho das sementes, com base na retenção em peneiras. Para tanto, foram tomadas duas amostras de 200 g de cada lote e submetidas a uma sequência de peneiras de chapas metálicas perfuradas com crivos oblongos, variando de $18 \times 3/4$ a $11 \times 3/4^*$, com intervalos de $1 \times 3/4$.

Essa avaliação permitiu verificar que, todos os lotes dos três cultivares apresentaram uniformidade razoável quanto ao tamanho das sementes, com retenção entre as peneiras $16 \times 3/4$ e $12 \times 3/4$. Nesse mesmo intervalo, GILIOLI (1979) e WETZEL (1979) não encontraram diferenças na qualidade fisiológica de sementes de soja, ou seja, dentro dos limites entre $\bar{X} \pm 2/64''$, sendo $\bar{X}$ representativo da espessura média das sementes que constituem o lote.

Em seguida, o material pertencente a cada lote foi amostrado para as determinações preliminares, realizadas com o objetivo de avaliar a qualidade inicial das sementes.

* O primeiro número indica a largura do crivo dimensionada em $1/64''$, enquanto que o segundo corresponde ao comprimento do crivo, em fração de polegada.

3.2. DETERMINAÇÕES PRELIMINARES

As determinações efetuadas para a avaliação inicial das sementes constaram de: grau de umidade, teste de germinação, teste de tetrazólio, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica.

3.2.1. Grau de umidade das sementes

Determinado pelo método da estufa, a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, utilizando-se duas amostras por lote, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1980). Os resultados foram expressos em porcentagem média para cada lote.

3.2.2. Germinação

Realizado com 200 sementes (4 amostras de 50 sementes) para cada lote, semeadas em rolo de papel toalha Germitest e colocadas para germinar em aparelho regulado para manter constante a temperatura de 30°C durante todo o transcorrer do teste. O volume de água utilizado para a embebição foi equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato. As contagens foram realizadas aos 4 e 7 dias após a semeadura e, as avaliações, efetuadas segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1980); com putaram-se as porcentagens de plântulas normais para cada amostra, obtendo-se dados médios por lote.

3.2.3. Tetrazólio

Para esse teste, utilizaram-se 4 amostras de 50 sementes de cada lote, que foram pré-condicionadas em papel toalha umedecido, a 30°C e ambiente úmido (germinador), durante 16 horas. Decorrido este período, as sementes foram transferidas para copinhos plásticos (para café), imersas em solução a 0,075% de sal de tetrazólio (cloreto 2-3-5 trifenil tetrazólio) e mantidas durante 4 horas no interior de uma estufa, a 40°C.

Após o desenvolvimento da coloração, as sementes foram lavadas em água corrente e avaliadas individualmente, segundo os critérios propostos por FRANÇA NETO et alii (1986), ou seja, classificadas em níveis de 1 a 8 que, resumidamente, podem ser assim descritos:

Classe 1: sementes perfeitas, que apresentam coloração uniforme e superficial de tonalidade rosa brilhante e ausência de qualquer lesão ou áreas de coloração mais intensa ou branca, que indicam pontos deteriorados ou áreas com tecidos mortos.

Classe 2: sementes com coloração rosa brilhante que apresentam, superficialmente, pequenas lesões ou áreas com coloração mais intensa ou branca mas que estejam distantes do eixo embrionário.

Classe 3: sementes que apresentam uma coloração rosa mais intensa desde que uniforme e superficial, podendo apresentar pequenas áreas de coloração vermelha inten-

sa ou branca sobre o eixo embrionário, mas que devem ser superficiais.

Classe 4: nesta classe são incluídas as sementes cuja coloração vermelha é mais intensa e profunda, chegando a atingir o interior das sementes, evidenciando uma maior permeabilidade devido aos maiores danos ou por apresentarem baixo vigor.

Classe 5: sementes que apresentam danificações, mas que ainda apresentam capacidade de produzir uma plântula normal.

Classe 6: sementes que se apresentam coloridas mas que apresentam danos no eixo embrionário, cuja extensão inviabiliza a capacidade de produzir uma plântula normal.

Classe 7: são incluídas nesta categoria as sementes que apresentam manchas coloridas de vermelho intenso (grená), mas incapazes de germinar.

Classe 8: sementes que se apresentam totalmente descoloridas.

A viabilidade foi representada pela soma das porcentagens de sementes pertencentes às classes de 1 a 5 (TZ 1-5); o nível de vigor, através das classes de 1 a 3 (TZ 1-3) e, a perda da viabilidade, pelas classes de 6 a 8 (TZ 6-8) sendo que, neste caso, foram caracterizadas as causas de redução da qualidade das sementes: dano mecânico (DM), dano por "umidade" (U) e dano provocado por percevejos (P). Os resultados foram expressos em porcentagem média por lote.

3.2.4. Envelhecimento acelerado

Utilizaram-se 200 sementes por lote, em 4 amostras de 50 sementes, distribuídas sobre uma bandeja de tela de alumínio fixada no interior de uma caixa plástica tipo "gerbox", funcionando como compartimento individual (mini-câmara). No interior dessa mini-câmara foram adicionados 40 ml de água e, em seguida, os "gerbox" adaptados foram levados a uma incubadora, conforme metodologia proposta pelo Comitê de Vigor da ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (1983) e descrita por MARCOS FILHO *et alii* (1985b). As sementes permaneceram na incubadora, regulada para manter constante a temperatura de 42°C, durante 48 horas. Após esse período, foram colocadas para germinar da mesma maneira descrita do item 3.2.2.; a avaliação das plântulas foi realizada 4 dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais por amostra e obtendo-se dados médios para cada lote.

3.2.5. Condutividade elétrica

A metodologia adotada para essa avaliação, foi a recomendada pelo Comitê de Vigor da ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (1983).

Utilizaram-se quatro amostras de 25 sementes para cada lote, previamente escolhidas para remoção das sementes com tegumento danificado; foram pesadas com precisão

de 0,01g e, posteriormente, colocadas em copos plásticos contendo 75 ml de água destilada, permanecendo num germinador regulado a temperatura constante de 20°C durante 24 horas. De corrido esse período a condutividade elétrica da solução foi determinada através de condutivímetro, sendo que os valores médios obtidos para cada lote foram expressos em umhos por grama de semente.

3.2.6. Informações preliminares

As Tabelas 1, 2 e 3 mostram os dados obtidos nas determinações preliminares com os 21 lotes pertencentes aos três cultivares. Esses dados permitiram, de um modo geral, a caracterização dos lotes em termos de qualidade fisiológica; entretanto as diferenças observadas entre os lotes não ocorreram de maneira uniforme em todas as avaliações realizadas.

Entre os lotes do cultivar Paraná, houve uma leve tendência para os lotes 1 e 3 apresentarem maior qualidade fisiológica e os lotes 2 e 7 menor qualidade; para o cultivar BR-6, tendência para os lotes 8 e 9 possuírem maior qualidade fisiológica e o lote 14 menor qualidade, e para o cultivar Bossier, tendência para os lotes 15 e 16 serem os melhores e o lote 18 o de menor qualidade.

Ainda com base nas Tabelas 1, 2 e 3, verifica-se que o teste de tetrazólio 6-8 detectou, para praticamente todos os lotes dos três cultivares, como principal cau

Tabela 1. Determinações preliminares: dados médios obtidos nas avaliações realizadas com sementes pertencentes aos lotes do cultivar Paraná. Piracicaba, 1986.

Lotes	Parâmetros						
	G (%) ¹	TZ1-5 (%) ²	TZ1-3 (%) ²	TZ 6-8 (%) ²		EA (%) ³	CE (µmhos/g) ⁴
				DM	U		
1	95	95	88	4	1	0	62,63
2	92	90	78	6	4	0	67,07
3	98	95	82	4	2	0	61,54
4	93	91	80	5	4	0	71,84
5	95	93	91	5	2	0	65,32
6	95	93	80	6	1	1	65,56
7	92	91	78	6	3	0	71,18

¹G : Teste de germinação.

²TZ: Teste de tetrazólio: 1-5 potencial de germinação, 1-3 nível de vigor e 6-8 perda da viabilidade (DM - dano mecânico, U - dano por umidade, P - dano causado por percevejos).

³EA: Envelhecimento acelerado.

⁴CE: Condutividade elétrica.

⁵U : Grau de umidade das sementes.

Tabela 2. Determinações preliminares: dados médios obtidos nas avaliações realizadas com sementes pertencentes aos lotes do cultivar BR-6. Piracicaba, 1986.

	Parâmetros						
	G (%) ¹	TZ1-5 (%) ²	TZ1-3 (%) ²	TZ 6-8 (%) ²			U (%) ⁵
				DM	U	P	
8	99	97	94	3	0	0	10,8
9	98	100	93	0	0	0	10,2
10	99	96	88	4	1	0	10,5
11	99	97	88	3	0	0	10,1
12	98	95	84	5	0	0	10,7
13	95	91	84	5	4	0	10,7
14	96	96	93	4	0	0	11,3
							56,41
							56,48
							54,18
							49,81
							53,25
							59,74
							60,35

¹G : Teste de germinação.

²TZ: Teste de tetrazólio: 1-5 potencial de germinação, 1-3 nível de vigor e 6-8 perda da viabilidade (DM - dano mecânico, U - dano por umidade, P - dano causado por percevejos).

³EA: Envelhecimento acelerado.

⁴CE: Condutividade elétrica.

⁵U : Grau de umidade das sementes.

Tabela 3. Determinações preliminares: dados médios obtidos nas avaliações realizadas com sementes pertencentes aos lotes do cultivar Bossier. Piracicaba, 1986.

Lotes	Parâmetros								
	G (%) ¹	TZ1-5 (%) ²	TZ1-3 (%) ²	TZ 6-8 (%) ²		EA (%) ³	CE (µmhos/g) ⁴	U (%) ⁵	
				DM	U				P
15	99	96	90	4	0	95	58,38	11,1	
16	97	96	93	4	0	95	57,32	11,4	
17	99	97	89	2	1	93	62,80	10,7	
18	97	95	87	4	2	92	64,34	10,5	
19	98	96	91	4	0	94	63,36	11,6	
20	97	97	88	3	1	95	69,80	10,6	
21	96	99	95	2	0	93	68,50	10,5	

¹G : Teste de germinação.

²TZ: Teste de tetrazólio: 1-5 potencial de germinação, 1-3 nível de vigor e 6-8 perda da viabilidade de (DM - dano mecânico, U - dano por umidade, P - dano causado por percevejos).

³EA: Envelhecimento acelerado.

⁴CE: Condutividade elétrica.

⁵U : Grau de umidade das sementes.

sa da perda da viabilidade das sementes, os danos de origem mecânica. Em termos de grau de umidade, não foram observadas variações acentuadas entre os lotes dos três cultivares.

3.3. ARMAZENAMENTO

Após as determinações preliminares, o material pertencente a cada lote foi dividido, com o uso de divisor cônico, obtendo-se quatro subdivisões de cada lote, colocadas individualmente em embalagem permeável (saco de papel), que constituíram as repetições.

As sementes foram armazenadas durante o período experimental em condições naturais, no Laboratório de Análise de Sementes da ESALQ, com registro diário da temperatura e umidade relativa do ar através de termohigrógrafo; os dados obtidos encontram-se nas Tabelas 4 e 5.

3.4. TESTES DE LABORATÓRIO

As avaliações foram realizadas em intervalos aproximadamente bimestrais, sendo que a nível de laboratório, além da determinação do grau de umidade das sementes, foram efetuados os seguintes testes: germinação, tetrazólio, pH do exsudato (fenolftaleína), condutividade elétrica e lixiviação de potássio. Paralelamente, nas mesmas épocas, foi

Tabela 4. Temperaturas média, máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar (%), valores médios por decêndios, referentes ao ambiente de armazenamento das sementes de soja. Piracicaba, julho a dezembro de 1986.

Decêndios	Temperatura (°C)			Umidade relativa (%)
	T média	T máxima	T mínima	
01 a 10/07/86	17,2	19,1	15,2	65,9
11 a 20/07/86	17,4	19,7	13,4	57,4
21 a 31/07/86	17,5	19,5	14,6	69,9
01 a 10/08/86	19,8	22,1	16,4	57,4
11 a 20/08/86	18,9	20,4	17,5	75,7
21 a 31/08/86	19,1	20,8	17,2	71,4
01 a 10/09/86	19,5	21,5	17,0	59,5
11 a 20/09/86	22,6	25,3	19,0	53,8
21 a 30/09/86	21,0	23,0	19,0	64,5
01 a 10/10/86	24,5	27,1	21,0	58,1
11 a 20/10/86	22,4	24,7	20,2	61,9
21 a 31/10/86	22,0	24,1	19,3	61,5
01 a 10/11/86	25,8	27,6	23,7	63,4
11 a 20/11/86	22,1	24,5	18,9	61,2
21 a 30/11/86	26,0	28,0	23,9	63,8
01 a 10/12/86	23,7	25,4	22,2	79,4
11 a 20/12/86	24,4	26,1	22,7	74,5
21 a 31/12/86	22,4	23,8	21,3	77,1

Tabela 5. Temperaturas média, máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar (%), valores médios por decêndios, referentes ao ambiente de armazenamento das sementes de soja. Piracicaba, janeiro a julho de 1987.

Decêndios	Temperatura (°C)			Umidade relativa (%)
	T média	T máxima	T mínima	
01 a 10/01/87	25,8	27,8	23,7	66,8
11 a 20/01/87	26,7	28,6	24,5	64,7
21 a 31/01/87	23,7	24,8	22,7	81,4
01 a 10/02/87	24,0	25,8	22,0	73,2
11 a 20/02/87	22,5	24,0	20,7	76,1
21 a 28/02/87	25,5	27,8	23,0	68,2
01 a 10/03/87	25,5	27,6	22,9	63,5
11 a 20/03/87	23,9	26,1	21,4	65,9
21 a 31/03/87	25,4	27,3	22,6	64,5
01 a 10/04/87	23,6	25,7	20,8	71,6
11 a 20/04/87	25,0	26,8	22,8	69,7
21 a 30/04/87	22,4	23,8	20,3	68,9
01 a 10/05/87	22,1	23,8	19,8	75,1
11 a 20/05/87	20,4	21,7	18,8	79,4
21 a 31/05/87	16,1	17,3	14,4	74,1
01 a 10/06/87	18,2	20,4	15,0	75,4
11 a 20/06/87	16,4	18,8	13,8	70,2
21 a 30/06/87	15,1	17,9	12,2	70,0
01 a 10/07/87	18,8	21,5	15,6	67,0
11 a 20/07/87	20,7	23,5	17,1	65,0
21 a 31/07/87	19,7	23,0	15,9	61,0

realizada a avaliação da emergência das plântulas em campo.

As épocas de avaliação foram denominadas no presente trabalho de E_1 : setembro/outubro 1986; E_2 : dezembro 1986; E_3 : fevereiro/março 1987; E_4 : abril/maio 1987 e E_5 : junho/julho 1987.

3.4.1. Grau de umidade das sementes

Essa determinação foi realizada com quatro amostras por lote, uma para cada repetição, com procedimento idêntico ao descrito em 3.2.1; os resultados foram expressos em porcentagem média por lote.

3.4.2. Germinação

Adotou-se o método descrito em 3.2.2, com a utilização de 200 sementes por lote (50 para cada repetição), obtendo-se as porcentagens médias de plântulas normais para cada lote.

3.4.3. Tetrazólio

A avaliação através do teste de tetrazólio foi realizada com 200 sementes de cada lote (50 por repetição), sendo empregada a metodologia descrita em 3.2.3, com os resultados expressos em porcentagem média por lote.

3.4.4. pH do exsudato (fenolftaleína)

Conduzido com 400 sementes para cada lote (100 por repetição), sendo empregada basicamente a metodologia desenvolvida por AMARAL & PESKE (1984), inclusive quanto à concentração dos produtos químicos utilizados.

As sementes foram colocadas individualmente em alvéolos ou compartimentos isolados, utilizando-se para esta finalidade bandejas comuns de plástico branco normalmente empregadas para a fabricação de bombons caseiros. Cada compartimento, de fundo côncavo, apresentava 2,7 cm de diâmetro e 1,8 cm de profundidade. Em seguida foram adicionados em cada compartimento 2 ml de água destilada, com pH aproximadamente 6,5, de modo que cada semente permanecesse completamente submersa (Figura 1).

Figura 1. Teste do pH do exsudato (fenolftaleína): aspecto geral da embebição das sementes.

No presente trabalho foram estudados dois períodos de embebição: 20 e 30 minutos, em temperatura ambiente do laboratório. Decorridos esses períodos foram colocadas, em cada compartimento (Figura 2), 1 gota de solução de carbonato de sódio anidro e 1 gota de solução de fenolftaleína (com pesos médios, respectivamente, de 88 e 29 mg), seguindo-se agitação com auxílio de um bastonete de vidro.

Figura 2. Teste do pH do exsudato (fenolftaleína): adição das gotas de soluções de carbonato de sódio anidro e de fenolftaleína.

A interpretação foi realizada com base na coloração resultante da reação dos exsudatos das sementes com as soluções utilizadas, após os períodos de embebição. A porcentagem de sementes viáveis correspondeu às seguintes colorações, interpretadas sob luz artificial (lâmpada fluorescente), denominadas vermelho púrpura: 2,5 RP 5/12; 2,5 RP 6/12 e 2,5 RP 6/10, de acordo com o Munsell Book of Color (KOLLMORGEN CORPORATION, 1976). Em testes preliminares, as sementes que originavam exsudatos com essas colorações e, em seguida submetidas ao teste de germinação, produziam plântulas normais.

As demais colorações obtidas, vermelho púrpura mais claras, como: 2,5 RP 7/10; 2,5 RP 8/6; 2,5 RP 8/4; 2,5 RP 9/2 e a incolor, foram consideradas como provenientes de sementes não viáveis, pois quando colocadas para germinar originavam plântulas anormais, ou simplesmente não germinavam (Figuras 3 e 4).

Os resultados foram expressos em porcentagem média para cada lote.

3.4.5. Condutividade elétrica

Utilizaram-se para esta determinação 100 sementes por lote (25 por repetição), sendo empregada a metodologia descrita em 3.2.5, com os valores médios obtidos para cada lote expressos em μ nhos por grama de semente.

Figura 3. Teste do pH do exsudato (fenolftaleína): aspecto geral das colorações resultantes da reação dos exsudatos das sementes.

Figura 4. Interpretação do teste do pH do exsudato (fenolftaleína):
 a) vermelho púrpura - sementes viáveis
 b) vermelho púrpura mais claro - sementes não viáveis
 c) incolor - sementes não viáveis

3.4.6. Lixiviação de potássio

Para essa avaliação foi adotada, basicamente, a metodologia desenvolvida por AMORIM (1978) e adaptada por MARCOS FILHO *et alii* (1982) e (1984), em pesquisas com sementes de soja.

Utilizaram-se 100 sementes por repetição, pesadas com precisão de 0,01g, que foram imersas em 75 ml de água destilada no interior de frascos de vidro mantidos à temperatura constante de 30°C, em germinador, durante o período de 90 minutos. Os frascos foram agitados no início e no final desse período; em seguida, retiraram-se aliquotas para a determinação do potássio lixiviado, que foi efetuada em fotômetro de chama, sendo os resultados fornecidos em ppm (partes por milhão) de potássio por grama de semente, correspondendo a valores médios por lote.

3.5. TESTE DE CAMPO

3.5.1. Emergência das plântulas em campo

A avaliação da emergência das plântulas em campo, foi realizada com 400 sementes por lote; cada repetição de 100 sementes foi distribuída em um sulco com 4 m de comprimento, com 5 cm de profundidade e coberta com, aproximadamente, 2 cm de solo. A distância entre sulcos foi de

30 cm e a semeadura sempre realizada em solo considerado suficientemente úmido.

As contagens foram efetuadas aproximadamente, aos 15 dias após a semeadura, determinando-se as porcentagens de emergência. Computaram-se as plântulas que atingiram o estágio VC, ou seja, com os cotilédones acima da superfície do solo e com folhas unifoliadas com as margens não mais se tocando, de acordo com a caracterização realizada por COSTA & MARCHEZAN (1982).

As datas de semeadura foram, respectivamente, as seguintes: E_1 - 15/10/86; E_2 - 11/12/86; E_3 - 11/02/87; E_4 - 07/04/87 e E_5 - 24/04/87.

3.6. PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

Os dados obtidos nos testes de germinação, te trazólio, pH do exsudato (fenolftaleína) e da emergência das plântulas em campo, foram transformados em $\arcsen \sqrt{\%/100}$ enquanto que os referentes à condutividade elétrica e lixiviação de potássio não foram transformados. Os dados correspondentes à determinação do grau de umidade das sementes não foram analisados estatisticamente.

A análise da variância foi realizada para cada cultivar e teste, segundo delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas e 4 repetições. O esquema utilizado para análise de variância é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6. Esquema da análise de variância para cada cultivar, com os dados obtidos nos testes de laboratório e de campo. Piracicaba, 1987.

Causas da Variação	Graus de Liberdade
Tratamentos (Lotes)	6
Resíduo (A)	21
<hr/>	
Parcelas	27
Épocas	4
Tratamentos x Épocas	24
Resíduo (B)	84
<hr/>	
Total	139
<hr/>	

Nos casos onde a interação tratamentos x épocas foi significativa, foi realizado o desdobramento dos graus de liberdade para verificar os efeitos de tratamentos dentro de época e de épocas dentro de tratamento.

A comparação entre as médias foi efetuada através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Posteriormente, foram calculados os coeficientes de correlação simples (r) para todas as combinações entre os testes de laboratório e de campo, separadamente para cada lote; a significância dos valores de r foi determinada pelo teste t , aos níveis de 5% e 1% de probabilidade.

Os cálculos referentes à análise estatística foram realizados em computadores do Centro de Informática na Agricultura - CIAGRI, da ESALQ.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilidade de apresentação, os resultados e a discussão foram reunidos em um só capítulo; para cada cultivar, foi realizada uma análise comparativa entre os testes para avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de soja. No final do capítulo foram realizadas considerações gerais sobre o desempenho dos testes.

Embora os dados obtidos nos testes de germinação, tetrazólio, pH do exsudato (fenolftaleína) e da emergência das plântulas em campo tenham sido transformados para a realização da análise estatística, os resultados foram apresentados através das médias dos dados originais, com a finalidade de melhor visualização e facilidade de interpretação.

4.1. CULTIVAR PARANÁ

Com base na Tabela 7, o exame dos valores de F obtidos nas análises da variância permite verificar que ocorreram efeitos significativos de lotes, de épocas e da interação lotes x épocas para praticamente todos os parâmetros ava

Tabela 7. Valores de F obtidos nas análises da variância dos dados referentes aos testes realizados durante o período experimental, para os lotes do cultivar Paraná. Piracicaba, 1987.

Testes	Lotes	Épocas	Lotes x épocas
Germinação	8,27**	336,10**	1,69*
Tetrazólio 1-5	8,02**	157,23**	1,80*
Tetrazólio 1-3	7,95**	374,19**	1,94*
Tetrazólio 6-8 (U)	9,05**	205,48**	0,80ns
pH do exsudato-fenolftaleína (Fenol. 20)	5,03**	119,53**	1,77*
pH do exsudato-fenolftaleína (Fenol. 30)	7,79**	103,82**	1,75*
Condutividade elétrica	2,30ns	362,20**	1,86*
Lixiv. potássio	4,27**	13,73**	2,45**
Emerg. campo	7,23**	335,03**	2,33**

ns Não significativo

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

liados, com exceção para efeitos de lotes para o teste de condutividade elétrica e da interação lotes x épocas para o teste de tetrazólio 6-8, considerando os danos por umidade.

4.1.1. Análise comparativa entre os testes para avaliação da viabilidade

Com referência aos dados do teste de germinação (Tabela 8), observou-se, de um modo geral, que a partir da terceira época de avaliação (E_3) houve uma maior tendência de separação dos lotes em diferentes níveis de germinação, embora na última época (E_5) não fossem detectadas diferenças significativas entre os lotes. Também, somente a partir da terceira época foi verificada redução nos valores obtidos para todos os lotes, indicando que os mesmos possuíam alta qualidade fisiológica, comprovando os resultados obtidos por ocasião das determinações preliminares (Tabela 1). Ainda com base nos resultados do teste de germinação, foi observada uma tendência do lote 5 em apresentar o pior desempenho; em contrapartida, a separação dos demais lotes não foi consistente ao longo do período experimental, devido aos mesmos terem apresentado comportamentos semelhantes.

Os resultados obtidos com o teste de tetrazólio 1-5 (Tabela 9), mostraram que apenas na terceira e quarta épocas (E_3 e E_4) foram encontradas diferenças significativas entre os lotes estudados. Com relação às épocas de avaliação, observou-se que a partir de E_3 ocorreram reduções sig-

Tabela 8. Germinação: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	97 ABab	98 Aa	90 Ab	67 AC	58 AC	82 A
2	97 ABa	97 Aa	85 ABb	66 AC	48 Ad	79 ABC
3	99 Aa	97 Aa	85 ABb	71 AC	51 Ad	81 AB
4	92 Bab	95 Aa	84 ABb	66 AC	49 Ad	77 BCD
5	98 ABa	92 Aa	79 Bb	50 BC	46 AC	73 D
6	93 Ba	94 Aa	86 ABa	71 Ab	48 AC	78 ABCD
7	93 Ba	95 Aa	82 ABb	65 ABC	49 Ad	77 BCD
Médias	96 a	95 a	84 b	65 c	50 d	
Coef. Variação (%) Lotes = 2,54			Coef. Variação (%) Épocas = 6,69			

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9. Teste de tetrazólio 1-5 (viabilidade): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	94 Aa	95 Aa	91 Aa	80 ABCb	80 Ab	88 A
2	95 Aa	94 Aa	92 Aa	83 Ab	80 Ab	89 A
3	95 Aab	96 Aa	90 ABb	82 ABC	78 AC	88 A
4	96 Aa	93 Aa	92 Aa	76 ABCb	81 Ab	88 A
5	95 Aa	94 Aa	81 Cb	73 Cbc	72 AC	83 B
6	94 Aa	92 Aa	92 Aa	76 ABCb	74 Ab	86 AB
7	94 Aa	94 Aa	84 BCb	74 BCC	75 AC	84 B
Médias	95 a	94 a	89 b	78 c	77 c	
Coef. Variação (%) Lotes = 1,82			Coef. Variação (%) Épocas = 4,45			

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

nificativas nos valores médios obtidos para os lotes 3, 5 e 7, enquanto os demais lotes apresentaram esse comportamento a partir de E_4 . De uma maneira generalizada, os resultados revelaram uma leve tendência de caracterizar os lotes 5 e 7 como inferiores aos demais, em termos de viabilidade.

Comparando-se os resultados das duas avaliações (Tabelas 8 e 9), observou-se uma acentuada diferença, em termos numéricos, a favor do teste de tetrazólio 1-5, na quarta e quinta épocas. Segundo FRANÇA NETO et alii (1986), diferenças de até 5% entre os dois testes para sementes de soja, podem ser consideradas como normais, diferenças superiores podem ter como causa, entre outras, a incidência de microrganismos durante o transcorrer do teste de germinação; o teste de tetrazólio é menos influenciado por tal tipo de problema. De fato, nas últimas duas épocas, quando as sementes apresentavam níveis de deterioração mais elevados, a incidência de microrganismos nos rolos do teste de germinação foi mais acentuada, chegando inclusive a dificultar a avaliação das plântulas, confirmando uma das principais limitações deste teste (MACKAY, 1972 e FRANÇA NETO et alii, 1986).

Ainda de forma comparativa, os testes de germinação e tetrazólio 1-5, apresentaram a mesma tendência quanto à sensibilidade, em separar os lotes em diferentes níveis de qualidade fisiológica. A análise de correlação (Tabela 18), por sua vez, permitiu verificar que os dados do teste de germinação correlacionaram-se positiva e altamente significativa com os do tetrazólio 1-5, para todos os lotes estu-

dados; resultados semelhantes foram obtidos por JOHNSON & WAX (1978) e PASHA & DAS (1982).

Por outro lado, o teste de tetrazólio também forneceu informações quanto à perda da viabilidade, com base nas sementes classificadas nos níveis de 6 a 8 (Tabela 10). Essa avaliação, efetuada de acordo com a metodologia proposta por FRANÇA NETO et alii (1986), permitiu evidenciar por ocasião dos testes preliminares, que a maior causa da perda da viabilidade das sementes, foi atribuída aos danos de origem mecânica. Entretanto, ao longo do período experimental, foi observado um aumento gradativo dos danos por unidade, destacando-se os lotes 4, 5, 6 e 7, enquanto os dados referentes aos danos mecânicos e danos por insetos (percevejos), praticamente se mantiveram constantes por todo o período, razão pela qual não foram apresentados. Porém, observando-se as condições do ambiente de armazenamento (Tabelas 4 e 5) e também o grau de umidade das sementes ao longo das épocas de avaliação (Tabela 14), verificou-se que esse aumento de danos por unidade, atribuído com base nos sintomas apresentados pelas sementes, não foi somente devido à umidade e sim à efeitos de umidade e temperatura. Durante o período de armazenamento, o aumento de temperatura e as oscilações da umidade relativa do ar, atingindo às vezes valores próximos ou superiores a 80%, verificadas principalmente nos meses de outubro de 1986 a março de 1987, favoreceram a deterioração das sementes. Os danos de umidade, segundo a denominação proposta por FRANÇA NETO et alii (1986), talvez sejam devidos à ação conjunta da umidade e temperatura.

Tabela 10. Teste de tetrazólio 6-8 (perda da viabilidade por dano de umidade): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	0	0	5	16	18	8 BC
2	0	1	2	13	15	6 C
3	0	1	3	14	17	7 BC
4	0	3	5	20	16	9 AB
5	1	1	10	25	23	12 A
6	0	2	4	19	20	9 AB
7	1	1	8	20	19	10 AB
Médias	0 d	1 c	5 b	18 a	18 a	
Coef. Variação (%)		Lotes = 10,17		Coef. Variação (%)		Épocas = 27,84

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Com referência ao teste do pH do exsudato (fenolftaleína), verificou-se, utilizando o período de embebição de 20 minutos (Tabela 11), que a separação de lotes quanto à qualidade fisiológica só ocorreu nas duas últimas épocas (E_4 e E_5) e de maneira não uniforme; tal fato pode ser atribuído aos valores obtidos serem semelhantes, mas os lotes 3, 5 e 7 foram os que apresentaram tendências de pior desempenho. Por outro lado, o mesmo teste realizado com 30 minutos de embebição (Tabela 12), detectou diferenças significativas entre os lotes em E_2 e E_4 , com tendência de caracterizar o lote 5 como o de menor viabilidade em relação aos demais. Examinando-se o efeito de épocas, para os dois períodos de embebição, observou-se de um modo geral, que o declínio mais acentuado da viabilidade para a maioria dos lotes ocorreu nas duas últimas épocas.

Em relação aos períodos de embebição estudados no teste do pH do exsudato (fenolftaleína), não foi suficientemente caracterizado qual o período que proporcionou uma separação mais eficiente dos lotes, provavelmente pelos mesmos apresentarem pequenas diferenças de qualidade; entretanto com o período de 20 minutos, de um modo geral, os valores obtidos foram maiores, numericamente, em relação aos obtidos com 30 minutos de embebição. Esse fato evidenciou a menor lixiviação do agente causador da redução do pH no exsudato das sementes, quanto o teste é realizado em 20 minutos, confirmando as observações de AMARAL & PESKE (1984).

Tabela 11. pH do exsudato (fenolftaleína) - 20 minutos de embebição: valores médios (%) de viabilidade obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	95 Aa	94 Aa	93 Aa	87 ABb	81 ABb	90 A
2	91 Ab	95 Aa	93 Aab	86 ABC	86 AC	90 A
3	93 Aa	95 Aa	92 Aab	87 ABb	78 BC	89 AB
4	91 Ab	96 Aa	90 Ab	90 Ab	82 ABC	90 A
5	93 Aa	93 Aa	89 Aab	83 Bbc	77 BC	87 B
6	90 Aab	94 Aa	92 Aa	86 ABbc	80 ABC	88 AB
7	91 Aab	93 Aa	91 Aab	87 ABb	78 BC	88 AB
Médias	92 b	94 a	91 b	87 c	80 d	
Coef. Variação (%) Lotes = 1,41			Coef. Variação (%) Épocas = 3,35			

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 12. pH do exsudato (fenolftaleína) - 30 minutos de embebição: valores médios (%) de viabilidade obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	92 Aab	96 Aa	89 Ab	89 Ab	77 AC	89 A
2	90 Aa	94 ABa	91 Aa	83 ABb	77 Ab	87 AB
3	88 Aab	93 ABCa	92 Aa	85 ABb	77 AC	87 AB
4	92 Aa	93 ABCa	89 Aab	85 ABb	77 AC	87 AB
5	91 Aa	91 BCa	86 Aab	81 Bb	72 AC	84 C
6	90 Aa	91 BCa	87 Aa	87 ABa	78 Ab	87 AB
7	92 Aa	88 Cab	87 Aab	85 ABb	77 AC	86 BC
Médias	91 ab	92 a	89 b	85 c	76 d	
Coef. Variação (%) Lotes = 1,27		Coef. Variação (%) Épocas = 3,83				

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Um aspecto fundamental do teste do pH do exsudato (fenolftaleína) é com relação à metodologia utilizada. Apesar de ser relativamente simples no tocante à sua execução e avaliação, é primordial a padronização de procedimentos visando uma maior uniformidade de resultados, principalmente no que se refere ao volume de água, período e temperatura de embebição, bem como ao peso das gotas das soluções de carbonato de sódio e de fenolftaleína, que podem originar alterações nas colorações dos exsudatos das sementes, provocando interpretações errôneas.

Outro fato observado com a realização do teste do pH do exsudato (fenolftaleína), principalmente com o período de 30 minutos de embebição, foram as alterações de colorações nos exsudatos das sementes a partir da terceira época. Nas três primeiras épocas, as sementes viáveis apresentaram, predominantemente, exsudatos de coloração vermelho-púrpura 2,5 RP 5/12, enquanto nas duas últimas épocas, essa categoria de sementes apresentou exsudatos de colorações ligeiramente mais claras: 2,5 RP 6/12 e 2,5 RP 6/10, de acordo com o Munsell Book of Color (KOLLMORGEN CORPORATION, 1976). (Esse fato comprova a maior liberação de substâncias em sementes de soja mais deterioradas, indicando uma maior permeabilidade das membranas (ABDUL-BAKI & ANDERSON, 1973; YAKLICH et alii, 1979a; MCDONALD JUNIOR & WILSON, 1980 e SCHOETLE & LEOPOLD, 1984); essas sementes também liberariam uma maior quantidade de íons H^+ , acidificando o meio de embebição, que por sua vez, no teste do pH do exsudato (fenolftaleí

na) se traduz na obtenção de exsudatos com colorações mais claras (AMARAL & PESKE, 1984).

De modo comparativo, o teste do pH do exsudato (fenolftaleína) realizado com 30 minutos de embebição, apresentou tendência de comportamento semelhante ao teste de germinação no sentido de identificar o lote 5 como sendo o de menor qualidade fisiológica. Entretanto, nas duas últimas épocas de avaliação, o teste do pH do exsudato, com os dois períodos de embebição, sempre apresentou valores numéricos maiores em relação aos de germinação, podendo ser indicativo que o teste superestima a viabilidade de sementes com maior grau de deterioração. Por outro lado, os dados obtidos entre os testes do pH do exsudato (fenolftaleína) com 20 e 30 minutos de embebição e os do teste de germinação, apresentaram correlação positiva e altamente significativa para todos os lotes.

Com referência aos dados obtidos com a emergência das plântulas em campo (Tabela 13), foram detectadas diferenças significativas entre os lotes a partir da terceira época, com tendência de caracterizar o lote 5 como o de pior desempenho em relação aos demais. Analisando o efeito de épocas, observou-se que reduções significativas nos valores obtidos ocorreram a partir da terceira época, para praticamente todos os lotes.

Comparando-se os dados do teste de germinação com os obtidos na emergência das plântulas em campo, observou-se que o comportamento entre as duas avaliações foi re-

Tabela 13. Emergência em campo: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	95 Aa	87 Aa	72 Ab	66 Ab	42 Ac	72 A
2	95 Aa	89 Aa	77 Ab	61 Ac	47 Ac	74 A
3	93 Aa	88 Aa	54 Bbc	59 Ab	40 ABC	67 AB
4	92 Aa	87 Aa	64 ABb	60 Ab	34 ABC	67 AB
5	92 Aa	89 Aa	49 Bb	42 Bb	26 Bc	60 B
6	94 Aa	83 Ab	64 ABC	61 Ac	37 ABd	68 AB
7	91 Aa	85 Aab	75 Ab	61 Ac	36 ABd	70 A
Médias	93 a	87 b	65 c	59 d	37 e	
Coef. Variação (%) Lotes = 3,76						Coef. Variação (%) Épocas = 7,65

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

lativamente semelhante no sentido de identificar o lote 5 como o de menor desempenho. O fato do teste de germinação ter proporcionado, de um modo geral, informações próximas com relação à emergência em campo, em termos de potencial relativo de cada lote, deve-se principalmente à emergência ter sido favorecida pelas condições do ambiente em todas as épocas de avaliação; situações semelhantes foram verificadas por TEKRONY & EGLI (1977); EGLI & TEKRONY (1979) e MOTTA (1986). Complementando essas informações, verificou-se que a correlação obtida entre os dados das duas determinações foi positiva e altamente significativa para todos os lotes.

O teste de tetrazólio 1-5, por sua vez, em relação aos dados obtidos pela emergência das plântulas, na terceira e quarta épocas, mostrou tendência de caracterizar os lotes 5 e 7 como de desempenho inferior aos demais, todavia essa tendência em relação ao lote 7 não foi observada em campo. Ainda comparando essas duas avaliações, observou-se que a partir da segunda época os dados obtidos com o teste de tetrazólio 1-5 foram numericamente maiores que os da emergência em campo, indicando que a qualidade de todos os lotes do cultivar Paraná, a partir dessa época foi superestimada em relação ao desempenho em campo. Por outro lado, a correlação entre os dados das duas determinações foi positiva e altamente significativa para todos os lotes. JOHNSON & WAX (1978) e YAKLICH & KULIK (1979) também verificaram essa mesma correlação entre as duas avaliações, em pesquisas com sementes de soja.

Com referência ao teste do pH do exsudato (fenolftaleína), em comparação com a emergência das plântulas em campo, verificou-se que o teste realizado com o período de 30 minutos de embebição foi o que apresentou a maior tendência de detectar o lote 5 como o de menor desempenho em relação aos demais; entretanto, principalmente a partir da terceira época a viabilidade fornecida pelo teste do pH do exsudato para todos os lotes, considerando os dois períodos de embebição, foi superestimada em relação à emergência das plântulas. A análise de correlação, por sua vez, evidenciou que os dados obtidos no teste do pH do exsudato (fenolftaleína) tanto para 20 como 30 minutos de embebição e os da emergência das plântulas em campo, correlacionaram-se de maneira positiva e altamente significativa para praticamente todos os lotes.

Os dados referentes à determinação do grau de umidade das sementes, ao longo das épocas de avaliação (Tabela 14), embora não tenham sido analisados estatisticamente, foram em geral, semelhantes para todos os lotes estudados. Verificou-se também, uma tendência de aumento nos valores obtidos, por ocasião da última época, provavelmente devido às variações das condições de armazenamento. Considerando-se os valores obtidos por ocasião da coleta de amostras, verificou-se que, principalmente da primeira à quarta época, a umidade das sementes se situou em um intervalo considerado satisfatório para armazenamento em condições de ambiente não controladas (MARCOS FILHO, 1986).

Tabela 14. Grau de umidade: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	11,2	10,7	11,6	11,0	13,0	11,5
2	11,4	10,8	11,9	10,8	12,9	11,6
3	10,9	10,8	11,3	11,2	12,7	11,4
4	11,7	11,2	11,8	11,0	12,6	11,7
5	11,3	11,7	12,0	11,0	12,4	11,7
6	11,1	11,3	12,0	11,1	13,0	11,7
7	11,5	11,2	12,0	11,0	13,0	11,7
Médias	11,3	11,1	11,8	11,0	12,8	

Analisando os testes considerados rápidos para determinação da viabilidade das sementes de soja (teste de tetrazólio 1-5 e pH do exsudato-fenolftaleína), em função dos resultados obtidos com os lotes do cultivar Paraná, observou-se que os mesmos apresentaram sensibilidade suficiente para detectar o lote 5 como de nível de qualidade fisiológica inferior aos demais, mesmo levando-se em consideração que as diferenças entre os lotes não foram pronunciadas. Os dois testes também apresentaram tendências semelhantes no sentido de registrar o início do declínio, em termos de viabilidade, dos lotes estudados. Por outro lado, a avaliação da viabilidade através desses testes, superestimou de uma maneira geral, o desempenho dos lotes em relação ao teste de germinação e à emergência das plântulas em campo, com o progresso do processo de deterioração.

4.1.2. Análise comparativa entre os testes para avaliação do vigor

A Tabela 15 mostra os resultados obtidos com o teste de tetrazólio 1-3, para determinação do nível de vigor das sementes de soja do cultivar Paraná. Foram observadas diferenças significativas entre os lotes na primeira, terceira e quinta épocas e, apesar dessas diferenças não serem muito pronunciadas, os resultados apresentaram tendência do lote 5 possuir menor índice de vigor em relação aos demais. Com referência ao efeito de épocas, observou-se o declínio de vi

Tabela 15. Teste de tetrazólio 1-3 (vigor): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	89 ABa	86 Aa	77 ABb	51 AC	52 ABC	71 AB
2	90 ABa	88 Aab	82 Ab	54 AC	58 AC	74 A
3	89 ABa	89 Aa	77 ABb	59 AC	58 AC	74 A
4	86 ABa	84 Aab	77 ABb	59 AC	56 ABC	72 AB
5	92 Aa	82 Ab	67 Cc	54 Ad	46 Bd	68 B
6	84 Ba	81 Aab	76 ABCb	51 AC	52 ABC	69 B
7	82 Ba	83 Aa	72 BCb	56 AC	50 ABC	69 B
Médias	87 a	85 b	75 c	55 d	53 d	
Coef. Variação (%) Lotes = 2,17			Coef. Variação (%) Épocas = 5,17			

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

gor do lote 5 na segunda época, enquanto os demais apresentaram esse comportamento a partir da terceira época.

Com relação às informações sobre o vigor das sementes, fornecidas pelo teste de condutividade elétrica (Tabela 16), verificou-se, à exceção da segunda época, para todos os lotes, que a condutividade aumentou ao longo do período experimental, ou seja, concomitantemente com a deterioração das sementes. Entretanto, a separação dos lotes em diferentes níveis só foi observada na última época de avaliação, caracterizando o lote 5 como inferior aos demais. A possível razão dessa maior dificuldade de separação de lotes, deve-se ao fato dos mesmos não apresentarem, de um modo geral, diferenças pronunciadas em termos de qualidade; situação semelhante também foi observada por CHENA (1985). Por outro lado, HEPBURN et alii (1984) notaram separação deficiente entre lotes de sementes de soja com diferentes níveis de vigor, utilizando o teste de condutividade elétrica.

Comparando-se os resultados do teste de tetrazólio 1-3 com os de condutividade elétrica, pode-se observar que as duas avaliações apresentaram tendências de comportamentos semelhantes em detectar o lote de menor desempenho (nº 5), em relação aos demais. A análise de correlação entre os dois testes, evidenciou também, uma correlação negativa e altamente significativa entre os dados provenientes de todos os lotes; todavia, essa relação não foi confirmada por MOTTA (1986), comparando testes de vigor em sementes de soja. Por outro lado, o teste de tetrazólio 1-3 mostrou tendência

Tabela 16. Condutividade elétrica: valores médios (µmhos/g) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	63,35 AC	59,29 AC	91,97 Ab	102,97 Ab	124,66 Ba	88,84 AB
2	63,60 AC	59,01 AC	87,01 Ab	106,02 Aa	120,11 Ba	87,15 B
3	69,44 AC	63,55 AC	89,50 Ab	109,92 Aa	122,93 Ba	91,06 AB
4	78,70 AC	63,75 AC	96,25 Ab	106,66 Ab	124,70 Ba	94,01 AB
5	69,38 AC	60,26 AC	103,50 Ab	117,18 Ab	149,22 Aa	99,90 A
6	63,96 AC	60,45 AC	97,95 Ab	115,97 Aa	123,47 Ba	92,36 AB
7	68,41 AC	64,71 AC	98,15 Ab	108,13 Aab	122,48 Ba	92,37 AB
Médias	68,40 d	61,57 e	94,90 c	109,55 b	126,79 a	
Coef. Variação (%) Lotes = 5,90		Coef. Variação (%) Épocas = 8,26				

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

de detectar as diferenças de vigor entre os lotes em época anterior à da condutividade elétrica.

A determinação de vigor das sementes de soja por intermédio da quantidade de potássio lixiviado, em função dos resultados obtidos com os lotes do cultivar Paraná (Tabela 17), não confirmou, com base na literatura pesquisada, o fato de que sementes mais deterioradas liberariam uma maior quantidade de potássio por ocasião da embebição. Os resultados obtidos mostraram inclusive uma tendência de diminuição da quantidade de potássio ao longo do período experimental. Também as informações proporcionadas pelo teste foram inconsistentes no sentido de se identificar lotes com diferentes níveis de vigor.

Comparando-se os resultados do teste de lixiviação de potássio com os de condutividade elétrica, cujos princípios são semelhantes, pode-se constatar que a divergência entre as informações proporcionadas pelas duas avaliações foi muito acentuada, contrariando as observações efetuadas por SIMON & RAJA-HARUM (1972) e HALLOIN (1975), em sementes de ervilha e algodão respectivamente.

Ainda de forma comparativa, verificou-se que os resultados do teste de lixiviação de potássio também divergiram do teste de tetrazólio 1-3 e da emergência das plântulas em campo, no sentido de detectar as diferenças de qualidade existentes entre os lotes estudados. MARCOS FILHO et alii (1984) também constataram que o teste de lixiviação de potássio não foi eficiente para separar lotes de sementes de

Tabela 17. Lixiviação de potássio: valores médios (ppm/g) obtidos para os lotes do cultivar Paraná durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	793 Bab	866 ABa	771 Aab	717 Aab	679 Ab	765 AB
2	762 Eb	951 Aa	768 Ab	698 Ab	711 Ab	778 AB
3	1010 Aa	866 ABab	818 Ab	751 Ab	760 Ab	841 A
4	753 Ba	801 ABa	830 Aa	789 Aa	753 Aa	785 AB
5	718 Ba	763 Ba	801 Aa	709 Aa	689 Aa	736 B
6	703 Bb	899 ABa	834 Aab	799 Aab	692 Ab	785 AB
7	852 ABab	828 ABab	883 Aa	841 Aab	720 Ab	825 A
Médias	799 ab	853 a	815 a	758 bc	715 c	
Coef. Variação (%) Lotes = 4,34						Coef. Variação (%) Épocas = 9,68

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

soja em diferentes níveis de vigor. A diversidade de informações obtidas com a lixiviação de potássio em relação aos testes de tetrazólio 1-3, condutividade elétrica e emergência em campo, foi confirmada também através da análise de correlação, onde os coeficientes de correlação simples obtidos entre os dados dessas avaliações apresentaram grandes variações para todos os lotes estudados.

Destacando as informações obtidas com os testes para avaliação do vigor e estabelecendo relações com a emergência das plântulas em campo, verificou-se que o teste de tetrazólio 1-3 forneceu informações bastante próximas quanto à separação e desempenho dos lotes em termos de emergência de plântulas, estando em concordância com os resultados obtidos por PEREIRA (1974) e MOTTA (1986). Ainda complementando tais informações, a correlação obtida entre os dados do teste de tetrazólio 1-3 e os da emergência em campo, para todos os lotes, sempre foi positiva e altamente significativa.

Da mesma forma, observou-se que as informações obtidas com o teste de condutividade elétrica, de um modo geral, corresponderam à emergência em campo, inclusive confirmando o lote 5 como o de menor desempenho. Essa relação entre as duas avaliações também foi observada nos trabalhos conduzidos por YAKLICH et alii (1979a); OLIVEIRA et alii (1984) e MARCOS FILHO et alii (1985a). A análise de correlação, por sua vez, também confirmou o comportamento esperado entre o teste de condutividade elétrica e a emergência em campo: para todos os lotes, os dados correlacionaram-se de forma negativa e altamente significativa.

Tabela 18. Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos nos testes para avaliação da qualidade das sementes de soja, conduzidos com os lotes do cultivar Paraná durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Testes	Lotes						
	1	2	3	4	5	6	7
Germin. x TZ 1-5	0,90**	0,83**	0,87**	0,78**	0,92**	0,87**	0,86**
Germin. x TZ 1-3	0,87**	0,89**	0,90**	0,89**	0,92**	0,83**	0,91**
Germin. x TZ 6-8U	-0,90**	-0,87**	-0,90**	-0,77**	-0,93**	-0,83**	-0,85**
Germin. x Fenol. 20	0,86**	0,70**	0,87**	0,81**	0,85**	0,83**	0,75**
Germin. x Fenol. 30	0,78**	0,86**	0,62**	0,82**	0,88**	0,87**	0,66**
Germin. x C.eletr.	-0,88**	-0,94**	-0,85**	-0,86**	-0,90**	-0,91**	-0,90**
Germin. x Lixiv.K	0,60**	0,56**	0,67**	0,11	0,32	0,41	0,38
TZ 1-5 x TZ 1-3	0,94**	0,89**	0,95**	0,89**	0,93**	0,94**	0,95**
TZ 1-5 x TZ 6-8U	-0,94**	-0,92**	-0,95**	-0,89**	-0,92**	-0,90**	-0,97**
TZ 1-5 x Fenol. 20	0,80**	0,65**	0,91**	0,50*	0,86**	0,77**	0,60**
TZ 1-5 x Fenol. 30	0,77**	0,81**	0,72**	0,57**	0,86**	0,74**	0,56**
TZ 1-5 x C.eletr.	-0,88**	-0,80**	-0,89**	-0,60**	-0,88**	-0,85**	-0,88**
TZ 1-5 x Lixiv.K	0,60**	0,44*	0,54*	-0,12	0,16	0,19	0,22
TZ 1-3 x TZ 6-8U	-0,94**	-0,91**	-0,95**	-0,85**	-0,92**	-0,93**	-0,93**
TZ 1-3 x Fenol. 20	0,85**	0,71**	0,86**	0,64**	0,88**	0,73**	0,72**
TZ 1-3 x Fenol. 30	0,69**	0,83**	0,67**	0,76**	0,87**	0,69**	0,63**
TZ 1-3 x C.eletr.	-0,86**	-0,89**	-0,87**	-0,82**	-0,88**	-0,87**	-0,88**
TZ 1-3 x Lixiv. K	0,59**	0,56**	0,59**	0,01	0,18	0,18	0,34

Continua

Tabela 18. Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos nos testes para avaliação da qualidade das sementes de soja, conduzidos com os lotes do cultivar Paraná durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87. (Continuação)

Testes	Lotes						
	1	2	3	4	5	6	7
TZ 6-8U x Fenol. 20	-0,79**	-0,66**	-0,84**	-0,48*	-0,88**	-0,72**	-0,62**
TZ 6-8U x Fenol 30	-0,75**	-0,81**	-0,63**	-0,64**	-0,86**	-0,69**	-0,59**
TZ 6-8U x C.eletr.	0,90**	0,82**	0,87**	0,61**	0,85**	0,87**	0,89**
TZ 6-8U x Lixiv.K	-0,54*	-0,52*	-0,68**	0,02	-0,29	-0,13	-0,29
Fenol. 20 x Fenol. 30	0,72**	0,66**	0,82**	0,72**	0,89**	0,75**	0,78**
Fenol. 20 x C.eletr.	-0,88**	-0,73**	-0,87**	-0,77**	-0,87**	-0,75**	-0,76**
Fenol. 20 x Lixiv.K	0,56**	0,62**	0,40	0,17	0,32	0,49*	0,61**
Fenol. 30 x C.eletr.	-0,84**	-0,80**	-0,62**	-0,90**	-0,94**	-0,74**	-0,67**
Fenol. 30 x Lixiv.K	0,67**	0,64**	0,22	0,24	0,44*	0,38	0,72**
C.eletr. x Lixiv.K	-0,57**	-0,56**	-0,46*	-0,14	-0,33	-0,21	-0,35
Em. campo x Germin.	0,78**	0,94**	0,89**	0,87**	0,90**	0,83**	0,90**
Em. campo x TZ 1-5	0,75**	0,83**	0,83**	0,72**	0,92**	0,75**	0,82**
Em. campo x TZ 1-3	0,81**	0,89**	0,86**	0,84**	0,90**	0,77**	0,87**
Em. campo x TZ 6-8U	-0,84**	-0,89**	-0,83**	-0,74**	-0,91**	-0,81**	-0,82**
Em. campo x Fenol. 20	0,79**	0,61**	0,81**	0,69**	0,86**	0,67**	0,83**
Em. campo x Fenol. 30	0,76**	0,79**	0,53*	0,81**	0,90**	0,79**	0,84**
Em. campo x C.eletr.	-0,84**	-0,92**	-0,80**	-0,83**	-0,92**	-0,84**	-0,91**
Em. campo x Lixiv.K	0,43	0,41	0,59**	-0,03	0,18	0,04	0,51*

* Significativo pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

4.2. CULTIVAR BR-6

O exame dos valores de F obtidos nas análises da variância, apresentados na Tabela 19, permite verificar que ocorreram efeitos significativos de lotes e de épocas para todos os testes realizados. Com relação à interação lotes x épocas, foram detectados efeitos significativos para os testes de germinação, pH do exsudato-fenolftaleína (20 e 30 minutos de embebição), condutividade elétrica e lixiviação de potássio.

4.2.1. Análise comparativa entre os testes para avaliação da viabilidade

Os dados obtidos com o teste de germinação, para os lotes do cultivar BR-6 (Tabela 20), indicam que somente na quarta época (E_4) não foram detectadas diferenças significativas entre os mesmos. Os resultados possibilitam também, verificar a tendência revelada pelos lotes 13 e 14 de apresentarem desempenhos inferiores, como também a semelhança entre os demais lotes. Outro aspecto verificado, ainda com base nos resultados do teste de germinação, é que todos os lotes possuíam alta qualidade, confirmando os dados obtidos nas determinações preliminares (Tabela 2), bem como permitiu observar a queda nos valores de germinação a partir da terceira época, para praticamente todos os lotes estudados.

Tabela 19. Valores de F obtidos nas análises da variância dos dados referentes aos testes realizados durante o período experimental, para os lotes do cultivar BR-6. Piracicaba, 1987.

Testes	Lotes	Épocas	Lotes x épocas
Germinação	14,98**	282,30**	2,16**
Tetrazólio 1-5	22,12**	182,88**	0,74ns
Tetrazólio 1-3	34,82**	363,09**	0,74ns
Tetrazólio 6-8 (U)	8,17**	204,39**	1,03ns
pH do exsudato-fenolftaleína (Fenol. 20)	11,48**	169,56**	1,90*
pH do exsudato-fenolftaleína (Fenol. 30)	10,63**	218,12**	2,64**
Cond. elétrica	16,69**	238,00**	2,59**
Lixiv. potássio	10,47**	10,02**	3,72**
Emerg. campo	13,65**	171,10**	1,41ns

ns Não significativo

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 20. Germinação: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
8	98 ABa	99 ABa	92 ABCb	79 AC	77 AC	89 A
9	100 Aa	100 Aa	93 ABb	71 AC	74 ABC	88 A
10	100 Aa	97 BCb	96 Ab	72 AC	74 ABC	88 A
11	99 ABa	98 ABCab	94 Ab	69 AC	72 ABC	86 A
12	98 ABa	99 ABa	92 ABCb	73 AC	72 ABC	87 A
13	96 Ba	93 Cab	84 BCb	67 AC	63 BCc	81 B
14	95 Ba	97 BCa	83 Cb	76 Ab	55 Cc	81 B
Médias	98 a	98 a	91 b	72 c	70 c	
Coef. Variação (%) Lotes = 2,53			Coef. Variação (%) Épocas = 5,67			

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Por outro lado, o exame das médias obtidas com o teste de tetrazólio 1-5 (Tabela 21) indicou que os lotes 12 e 13 apresentaram tendências de serem caracterizados como os de menor viabilidade; entre os demais lotes, embora os lotes 8 e 9 revelassem tendências de superioridade, a separação não foi evidente. Com relação às médias de épocas, verificaram-se reduções significativas a partir de E_3 , indicando que a queda dos níveis de viabilidade, para todos os lotes de uma maneira geral, iniciou-se a partir dessa época.

Analisando de forma comparativa, verificou-se, de um modo geral, que as duas avaliações apresentaram pequenas diferenças quanto à sensibilidade em detectar os lotes de qualidade fisiológica mais baixa; em termos de tendências, o teste de germinação evidenciou os lotes 13 e 14, enquanto o teste de tetrazólio 1-5 os lotes 12 e 13. Contudo, analisando os resultados numericamente, foi constatada semelhança entre os dois testes nas três primeiras épocas, sendo que nas duas últimas os valores obtidos com o teste de tetrazólio 1-5 foram superiores aos de germinação, para praticamente todos os lotes. Essa diferença nas duas últimas épocas, evidenciou a maior suscetibilidade do teste de germinação à ação de microrganismos durante a sua execução, principalmente quando sementes com maior grau de deterioração são submetidas a esse teste. Situação semelhante, com maior intensidade, também foi observada com o cultivar Paraná.

Por outro lado, a análise de correlação (Tabela 30) indicou que os dados do teste de germinação e do te-

Tabela 21. Teste de tetrazólio 1-5 (viabilidade): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
8	99	99	96	87	83	93 A
9	98	99	98	83	82	92 AB
10	99	96	96	80	75	89 BC
11	97	95	94	84	77	89 BC
12	95	94	92	74	71	85 DE
13	95	93	86	74	71	84 E
14	97	97	93	80	72	88 CD
Médias	97 a	96 a	94 b	80 c	76 d	
Coef. Variação (%) Lotes = 2,07		Coef. Variação (%) Épocas = 5,03				

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

trazólio 1-5, correlacionaram-se de maneira positiva e altamente significativa para todos os lotes.

Com relação aos dados obtidos pelo teste de te trazólio 6-8 (Tabela 22), quanto à perda da viabilidade por danos de umidade, verificou-se que a média do lote 13 superou as dos lotes 8, 9 e 11, por sua vez não foram detectadas diferenças significativas entre os lotes 10, 12, 13 e 14. Outro fato constatado, é que a partir da terceira época de ava liação, ocorreram acréscimos significativos nas médias de épocas, indicando que a partir dessa época o processo de deterioração foi mais acentuado. Do mesmo modo que foi observado para o cultivar Paraná, os dados referentes a danos me cânicos e danos por percevejos não foram apresentados, pelo fato que desde as determinações preliminares até a última épo ca de avaliação, permaneceram praticamente constantes. Também de modo semelhante ao cultivar Paraná, com base no grau de umidade das sementes durante o período experimental (Tabela 26) e nas condições do ambiente de armazenamento (Tabelas 4 e 5), ficou caracterizado que os sintomas apresentados pelas sementes, além dos efeitos de umidade, inclu íriam as alterações provocadas pela ação conjunta de temperatura e umidade.

A Tabela 23 mostra os resultados obtidos com o teste do pH do exsudato (fenolftaleína), com 20 minutos de embebição, para avaliação da viabilidade das sementes de soja dos lotes do cultivar BR-6. Foram detectadas diferenças significativas entre os lotes em todas as épocas; entretanto,

Tabela 22. Teste de tetrazólio 6-8 (perda da viabilidade por dano de umidade): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
8	0	0	0	12	15	5 C
9	0	1	1	12	14	6 BC
10	0	1	2	15	21	8 ABC
11	1	1	3	12	18	7 BC
12	1	1	3	20	20	9 AB
13	1	1	10	19	25	11 A
14	0	1	4	15	24	9 AB
Médias	0 d	1 d	3 c	15 b	20 a	
Coef. Variação (%) Lotes = 13,19						Coef. Variação (%) Épocas = 29,73

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 23. pH do exsudato (fenolftaleína)-20 minutos de embebição: valores médios (%) de viabilidade obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
8	97 ABa	97 ABa	92 Ab	91 Ab	84 AC	92 A
9	97 ABa	98 Aa	92 Ab	90 ABb	84 AC	92 A
10	97 ABa	97 ABa	90 ABb	88 ABbc	83 AC	91 AB
11	96 ABa	94 BCDab	91 ABb	84 Bc	82 ABC	89 BC
12	94 Ba	93 CDab	90 ABab	88 ABb	77 ABC	88 BC
13	96 ABa	90 Db	85 Bb	85 ABb	74 BC	86 C
14	98 Aa	97 ABa	90 ABb	87 ABb	77 ABC	90 AB
Médias	96 a	95 a	90 b	88 c	80 d	
Coef. Variação (%) Lotes = 1,86						Coef. Variação (%) Épocas = 3,61

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

a separação de lotes não ocorreu de maneira uniforme, provavelmente devido aos mesmos possuírem valores elevados e semelhantes. Contudo, em termos de tendência, o lote 13 apresentou valores numéricos menores que os demais lotes na segunda, terceira e quinta épocas. Com relação ao efeito de épocas, verificou-se que as reduções nos valores obtidos começaram a serem detectadas a partir da segunda (caso do lote 13) e terceira épocas (demais lotes).

Por outro lado, o teste do pH do exsudato (fenolftaleína) realizado com 30 minutos de embebição (Tabela 24) não evidenciou diferenças estatísticas entre os lotes somente na quarta época. Porém, a exemplo do teste anterior, a separação entre os lotes também não foi bem definida mas, em termos de tendência, o lote 13 apresentou, de uma maneira geral, a menor viabilidade. O declínio dos valores obtidos, durante o transcorrer do período experimental, foram registrados a partir da segunda (lotes 13 e 14) e terceira épocas (demais lotes).

Com referência aos períodos de embebição utilizados no teste do pH do exsudato (fenolftaleína), não foram caracterizadas diferenças de comportamento entre eles, no sentido de separação mais eficiente de lotes de diferentes níveis de viabilidade, como também em relação às épocas em que se registraram as reduções dos valores obtidos. Contudo, analisando os resultados em termos absolutos, independentemente de análise estatística, o teste do pH do exsudato realizado com 30 minutos de embebição, apresentou tendência de maior sensibilidade em identificar a menor viabilidade do lote 13.

Tabela 24. pH do exsudato (fenolftaleína) - 30 minutos de embebição: valores médios (%) de viabilidade obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
8	98 ABa	94 ABa	86 BCb	88 Ab	78 ABCC	89 A
9	96 BCa	95 ABa	90 ABb	86 Abc	80 Ac	89 A
10	95 BCa	94 ABa	91 ABab	87 Ab	79 ABC	89 A
11	95 BCa	94 ABab	90 ABbc	87 AC	77 ABCd	89 A
12	93 Ca	92 BCa	89 ABCab	85 Ab	74 ABCC	87 AB
13	94 Ca	88 Cb	83 Cb	83 Ab	69 Cc	83 B
14	99 Aa	96 Ab	92 Ab	86 AC	72 BCD	89 A
Médias	96 a	93 b	89 c	86 d	76 e	
Coef. Variação (%) Lotes = 1,76		Coef. Variação (%) Épocas = 3,52				

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Ainda com referência ao teste do pH do exsudato, foi verificado nas duas últimas épocas, notadamente com 30 minutos de embebição, que os exsudatos das sementes consideradas viáveis, apresentaram colorações ligeiramente mais claras, em relação às observadas no início do período experimental, conforme descrito para o cultivar Paraná.

Comparando-se os resultados do teste do pH do exsudato (fenolftaleína) com 20 e 30 minutos de embebição, em relação aos de germinação, constatou-se uma tendência do teste do pH do exsudato em superestimar a viabilidade das sementes nas duas últimas épocas. Por outro lado, apesar das diferenças de qualidade entre os lotes serem reduzidas, o teste do pH do exsudato não detectou a tendência verificada no teste de germinação, de também caracterizar o lote 14 como de desempenho inferior aos demais. A análise de correlação, por sua vez, evidenciou que os dados obtidos pelo teste do pH do exsudato (fenolftaleína) com 20 e 30 minutos e os do teste de germinação, correlacionaram-se de maneira positiva e altamente significativa para todos os lotes, indicando uma tendência de variação semelhante entre os testes.

Os resultados obtidos com a emergência das plântulas em campo (Tabela 25) indicaram, em geral, que os lotes 13 e 14 apresentaram desempenho inferior aos demais; o declínio dos valores obtidos para todos os lotes começou a ser registrado a partir da segunda época de avaliação.

Analisando de modo comparativo, verificou-se que o teste de germinação proporcionou informações semelhan-

Tabela 25. Emergência em campo: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
8	98	91	77	81	73	84 AB
9	97	97	83	84	68	86 A
10	97	92	75	77	66	81 ABC
11	95	93	81	70	62	80 BCD
12	93	86	78	80	58	79 CDE
13	92	88	72	73	50	75 E
14	92	90	76	71	52	76 DE
Médias	95 a	91 b	77 c	77 c	61 d	
Coef. Variação (%) Lotes = 2,63						Coef. Variação (%) Épocas = 6,43

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

tes em relação à emergência das plântulas em campo, no sentido de detectar os lotes de menor desempenho. A análise de correlação, por sua vez, complementou essa informação: os dados entre as duas determinações, correlacionaram-se de maneira positiva e altamente significativa, para todos os lotes. Informações semelhantes foram obtidas para os lotes do cultivar Paraná.

Comparando os resultados do teste de tetrazólio 1-5 com os da emergência em campo, verificaram-se pequenas diferenças quanto à identificação dos lotes de qualidade fisiológica mais baixas; em termos gerais, o teste de tetrazólio 1-5 evidenciou os lotes 12 e 13, enquanto a emergência em campo os lotes 13 e 14. Ainda de forma comparativa, observou-se que, numericamente, os valores obtidos com o teste de tetrazólio 1-5 foram superiores aos da emergência em campo a partir da segunda época de avaliação, evidenciando que a viabilidade das sementes dos lotes do cultivar BR-6 foi superestimada a partir dessa época. Por outro lado, a análise de correlação indicou que as variações entre as duas determinações ocorreram de modo semelhante: a correlação observada entre os dados foi positiva e altamente significativa para todos os lotes.

O teste do pH do exsudato (fenolftaleína), por sua vez, independentemente do tempo de embebição, divergiu da emergência das plântulas em campo, apenas pelo fato de não incluir o lote 14, juntamente com o lote 13, como os de menor emergência em relação aos demais. Também o teste do

pH do exsudato, para os dois períodos de embebição, apresentou valores numéricos superiores aos da emergência em campo, notadamente a partir da terceira época de avaliação, podendo ser indicativo que o teste superestima a viabilidade de sementes com maior grau de deterioração. Contudo, os dados obtidos com o teste do pH do exsudato (fenolftaleína) tanto para 20 como 30 minutos de embebição, correlacionaram-se de maneira positiva e altamente significativa para todos os lotes estudados.

Com relação aos dados obtidos na determinação do grau de umidade das sementes (Tabela 26), embora não tenham sido analisados estatisticamente, foram, de um modo geral semelhantes, e a exemplo do verificado para os lotes do cultivar Paraná, apresentaram pequena tendência de aumento no final do armazenamento, possivelmente devido às variações das condições do ambiente (Tabelas 4 e 5). No entanto, o grau de umidade das sementes de todos os lotes, esteve, de um modo geral, situado em níveis que podem ser considerados satisfatórios, para armazenamento de sementes de soja em ambientes não controlados (MARCOS FILHO, 1986).

Considerando os testes rápidos para determinação da viabilidade, constatou-se que, apesar das diferenças não serem pronunciadas, os testes de tetrazólio 1-5 e do pH do exsudato, apresentaram de um modo geral, eficiência semelhante quanto à identificação dos lotes de menor qualidade fisiológica; esses testes também apresentaram comportamentos semelhantes no sentido de registrar o início da queda de qua

Tabela 26. Grau de unidade: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
8	11,0	11,0	11,9	11,2	12,9	11,6
9	11,5	11,0	12,1	11,3	12,5	11,7
10	11,3	11,1	11,7	11,1	12,3	11,5
11	12,1	11,1	11,6	11,3	12,8	11,8
12	11,7	10,4	11,6	11,3	12,7	11,5
13	11,6	11,1	12,3	11,4	12,3	11,7
14	11,4	11,0	11,8	11,6	12,6	11,7
Médias	11,5	10,9	11,9	11,3	12,6	

lidade fisiológica dos lotes estudados. Por outro lado, com a evolução do processo de deterioração, a determinação da via bilidade através dos testes rápidos, superestimou o desempe nho dos lotes em relação ao teste de germinação e também à emergência das plântulas em campo.

4.2.2. Análise comparativa entre os testes para avaliação do vigor

A avaliação do vigor através do teste de te trazólio 1-3 (Tabela 27), evidenciou os lotes 12 e 13 como inferiores aos demais; por outro lado, os lotes 8 e 9 apresentaram índices superiores aos demais lotes, exceto ao lote 10. Com relação ao efeito de épocas, verificou-se que a par tir da terceira época ocorreram reduções significativas das médias obtidas, indicando o declínio de vigor dos lotes estu dados.

Com referência aos resultados obtidos com o teste de condutividade elétrica (Tabela 28), observou-se que, de um modo geral os valores obtidos mostraram acrêscimos ao longo do período experimental, ou seja, de acordo com a evo lução do processo de deterioração; situação semelhante foi verificada com o cultivar Paranã. A separação de lotes, por sua vez, foi constatada em E_3 , E_4 e E_5 , sempre com o lote 14 revelando valores médios significativamente superiores aos demais lotes. O aumento da condutividade foi verificada, pa ra todos os lotes, a partir da terceira época, sendo indica-

Tabela 27. Teste de tetrazólio 1-3 (vigor): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
8	95	94	88	69	67	83 A
9	92	94	90	69	63	82 A
10	93	90	86	64	60	79 AB
11	90	90	83	63	59	77 B
12	83	83	81	52	51	70 C
13	84	82	73	52	48	68 C
14	89	91	82	64	52	76 B
Médias	89 a	89 a	83 b	62 c	57 d	
Coef. Variação (%) Lotes = 2,20			Coef. Variação (%) Épocas = 4,76			

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 28. Condutividade elétrica: valores médios ($\mu\text{hos/g}$) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
8	53,81 Ab	52,35 Ab	74,54 Ba	82,25 Ba	84,03 Ba	69,39 B
9	52,23 AC	50,77 AC	68,59 Bb	75,86 Bb	93,46 Ba	68,18 B
10	56,21 Ab	53,74 Ab	78,22 Ba	82,64 Ba	90,87 Ba	72,33 B
11	57,52 Acd	50,98 Aã	67,73 BC	83,49 Bb	96,32 Ba	71,20 B
12	53,77 AC	48,31 AC	76,99 Bb	75,37 Bb	92,27 Ba	69,34 B
13	56,28 AC	52,72 AC	81,13 Bb	89,47 Bab	96,51 Ba	75,22 B
14	61,35 AC	61,15 AC	102,71 Ab	109,37 Aab	117,13 Aa	90,34 A
Médias	55,98 d	52,86 d	78,55 c	85,49 b	95,79 a	
Coef. Variação (%) Lotes = 5,10			Coef. Variação (%) Épocas = 8,71			

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

tivo também do início da redução dos níveis de vigor.

Comparando-se os resultados obtidos com os testes de tetrazólio 1-3 e os de condutividade elétrica, foi detectada uma divergência entre os mesmos, no sentido de separar lotes com índices inferiores de vigor; todavia a correlação entre os dados das duas avaliações ocorreu de maneira esperada: negativa e altamente significativa para todos os lotes. Esse fato confirmou as observações de TEKRONY & EGLI (1977) e MARCOS FILHO et alii (1984), que o uso exclusivo da análise de correlação no sentido de se estabelecer relações entre diferentes avaliações, pode gerar informações incompletas e mesmo enganosas. Por outro lado, os dois testes apresentaram comportamentos semelhantes em detectar o início da queda dos níveis de vigor.

Os dados relativos à lixiviação de potássio (Tabela 29), a exemplo do observado com o cultivar Paraná, não caracterizaram a maior liberação de potássio em sementes com maior grau de deterioração; durante o transcorrer do período experimental, houve tendência de redução da quantidade de potássio lixiviado. Com relação a efeitos de lotes, somente não foram detectadas diferenças significativas em E_3 ; entretanto, analisando os resultados em termos absolutos, o lote 14 apresentou maiores valores de liberação de potássio em relação aos demais lotes em E_2 , E_4 e E_5 . Da mesma forma, o lote 12 apresentou os menores valores obtidos em E_2 , E_3 , E_4 e E_5 .

Tabela 29. Lixiviação de potássio: valores médios (ppm/g) obtidos para os lotes do cultivar BR-6 durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
8	563 Db	703 ABa	715 Aa	666 ABab	676 Aab	665 CD
9	693 BCa	713 ABa	724 Aa	659 ABa	697 Aa	697 BCD
10	653 CDa	766 ABa	738 Aa	684 ABa	699 Aa	708 ABC
11	774 ABa	693 Bab	686 Aab	632 ABb	612 ABb	679 BCD
12	811 ABa	684 Bb	652 Abc	576 Bbc	551 Bc	655 D
13	830 Aa	737 ABab	678 Ab	630 ABb	680 Ab	711 AB
14	750 ABCa	820 Aa	731 Aa	733 Aa	717 Aa	750 A
Médias	725 a	731 a	703 ab	654 c	662 bc	
Coef. Variação (%) Lotes = 2,87		Coef. Variação (%) Épocas = 8,50				

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 30. Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos nos testes para avaliação da qualidade das sementes de soja, conduzidos com os lotes do cultivar BR-6 durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Testes	Lotes						
	8	9	10	11	12	13	14
Germin. x TZ 1-5	0,77**	0,86**	0,87**	0,76**	0,91**	0,92**	0,92**
Germin. x TZ 1-3	0,88**	0,86**	0,91**	0,88**	0,87**	0,92**	0,91**
Germin. x TZ 6-8U	-0,83**	-0,83**	-0,85**	-0,84**	-0,86**	-0,92**	-0,91**
Germin. x Fenol. 20	0,84**	0,84**	0,71**	0,79**	0,71**	0,83**	0,91**
Germin. x Fenol. 30	0,73**	0,90**	0,83**	0,74**	0,70**	0,77**	0,86**
Germin. x C.eletr.	-0,87**	-0,87**	-0,76**	-0,86**	-0,80**	-0,85**	-0,90**
Germin. x Lixiv.K	-0,10	0,24	0,00	0,77**	0,74**	0,58**	0,42
TZ 1-5 x TZ 1-3	0,92**	0,95**	0,96**	0,91**	0,97**	0,97**	0,97**
TZ 1-5 x TZ 6-8U	-0,94**	-0,94**	-0,96**	-0,95**	-0,95**	-0,96**	-0,94**
TZ 1-5 x Fenol. 20	0,69**	0,79**	0,79**	0,78**	0,78**	0,75**	0,88**
TZ 1-5 x Fenol. 30	0,68**	0,79**	0,82**	0,81**	0,75**	0,71**	0,91**
TZ 1-5 x C.eletr.	-0,79**	-0,76**	-0,72**	-0,84**	-0,70**	-0,85**	-0,87**
TZ 1-5 x Lixiv.K	-0,11	0,23	0,01	0,75**	0,75**	0,47*	0,33
TZ 1-3 x TZ 6-8U	-0,96**	-0,92**	-0,96**	-0,94**	-0,92**	-0,95**	-0,92**
TZ 1-3 x Fenol. 20	0,76**	0,84**	0,84**	0,83**	0,74**	0,77**	0,88**
TZ 1-3 x Fenol. 30	0,75**	0,83**	0,86**	0,84**	0,74**	0,69**	0,90**
TZ 1-3 x C.eletr.	-0,86**	-0,80**	-0,78**	-0,86**	-0,65**	-0,82**	-0,86**
TZ 1-3 x Lixiv.K	-0,21	0,24	0,11	0,74**	0,72**	0,49*	0,37
TZ 6-8U x Fenol. 20	-0,69**	-0,75**	-0,85**	-0,84**	-0,75**	-0,76**	-0,87**

Continua

Tabela 30. Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos nos testes para avaliação da qualidade das sementes de soja, conduzidos com os lotes do cultivar BR-6 durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87. (Continuação)

Testes	Lotes							
	8	9	10	11	12	13	14	
TZ 6-8U x Fenol. 30	-0,72**	-0,74**	-0,83**	-0,83**	-0,70**	-0,69**	-0,91**	
TZ 6-8U x C.eletr.	0,81**	0,74**	0,74**	0,87**	0,67**	0,88**	0,85**	
TZ 6-8U x Lixiv.K	0,22	-0,25	-0,09	-0,75**	-0,79**	-0,47*	-0,33	
Fenol. 20 x Fenol. 30	0,85**	0,81**	0,81**	0,81**	0,95**	0,81**	0,90**	
Fenol. 20 x C.eletr.	-0,78**	-0,90**	-0,79**	-0,81**	-0,75**	-0,71**	-0,88**	
Fenol. 20 x Lixiv.K	-0,05	0,02	0,17	0,64**	0,76**	0,65**	0,37	
Fenol. 30 x C.eletr.	-0,78**	-0,87**	-0,84**	-0,88**	-0,69**	-0,68**	-0,81**	
Fenol. 30 x Lixiv.K	-0,49*	0,14	0,14	0,76**	0,67**	0,50*	0,30	
C.eletr. x Lixiv.K	0,29	-0,12	-0,02	-0,70**	-0,74**	-0,48*	-0,37	
En. campo x Germin.	0,65**	0,81**	0,70**	0,82**	0,66**	0,88**	0,91**	
En. campo x TZ 1-5	0,70**	0,65**	0,72**	0,80**	0,69**	0,86**	0,88**	
En. campo x TZ 1-3	0,71**	0,73**	0,74**	0,90**	0,65**	0,83**	0,89**	
En. campo x TZ 6-8U	-0,70**	-0,70**	-0,76**	-0,85**	-0,59**	-0,87**	-0,90**	
En. campo x Fenol. 20	0,62**	0,88**	0,82**	0,76**	0,82**	0,87**	0,89**	
En. campo x Fenol. 30	0,85**	0,78**	0,75**	0,86**	0,76**	0,87**	0,92**	
En. campo x C.eletr.	-0,77**	-0,88**	-0,82**	-0,85**	-0,77**	-0,81**	-0,85**	
En. campo x Lixiv.K	-0,56**	0,04	-0,17	0,77**	0,70**	0,44*	0,30	

* Significativo pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

Em termos comparativos, observou-se que o teste de lixiviação de potássio forneceu informações divergentes em relação às obtidas pelo teste de tetrazólio 1-3, no sentido de identificar os lotes de diferentes níveis de qualidade. Nesse aspecto, os resultados de lixiviação apresentaram tendência de caracterizar os lotes 12 e 14, como possuindo maior e menor vigor respectivamente, enquanto que o teste de tetrazólio 1-3 detectou o lote 12 como sendo um dos que evidenciaram menor nível de vigor. Essa diversidade de informações também foi constatada na análise de correlação, onde os coeficientes de correlação simples obtidos entre as duas determinações apresentaram variações acentuadas entre os lotes estudados.

De modo comparativo, os testes de condutividade elétrica e o de lixiviação de potássio não apresentaram os esperados comportamentos semelhantes, esse fato também foi constatado pela diversidade dos coeficientes de correlação simples obtidos entre os dois testes. Entretanto, o teste de lixiviação de potássio apresentou tendência de caracterizar o lote 14 como sendo o de menor qualidade, coincidindo nesse aspecto com os resultados obtidos pelo teste de condutividade elétrica.

Analisando os resultados provenientes dos testes de vigor e estabelecendo-se comparações com a emergência das plântulas em campo, verificou-se de um modo geral que os testes apresentaram tendências de fornecerem informações próximas, em termos de potencial relativo dos lotes, com re-

lação à emergência das plântulas. Contudo, com referência aos resultados proporcionados pela análise de correlação, entre os testes de vigor estudados e a emergência das plântulas em campo, o de lixiviação de potássio foi o único que apresentou diversidade entre os coeficientes de correlação simples obtidos para os lotes do cultivar BR-6.

Possivelmente, as variações entre os testes no sentido de separar os lotes de acordo com os diferentes níveis de vigor, possam ser atribuídas às diferenças de qualidade fisiológica entre os lotes não serem muito acentuadas. Por outro lado, excluindo-se o teste de lixiviação de potássio, os testes de vigor demonstraram sensibilidades semelhantes no sentido de detectar a época em que começaram a ocorrer as reduções dos níveis de vigor dos lotes utilizados.

4.3. CULTIVAR BOSSIER

Com referência aos valores de F obtidos nas análises da variância (Tabela 31), verificou-se que ocorreram efeitos significativos de lotes e de épocas para todos os testes realizados. Somente não foram detectados efeitos significativos da interação lotes x épocas para os testes de germinação, tetrazólio 1-5, pH do exsudato (fenolftaleína) com 30 minutos de embebição e para a emergência das plântulas em campo.

Tabela 31. Valores de F obtidos nas análises da variância dos dados referentes aos testes realizados durante o período experimental, para os lotes do cultivar Bos sier. Piracicaba, 1987.

Testes	Lotes	Épocas	Lotes x épocas
Germinação	9,59**	182,91**	1,31ns
Tetrazólio 1-5	14,43**	163,45**	1,32ns
Tetrazólio 1-3	11,41**	368,41**	3,07**
Tetrazólio 6-8 (U)	12,29**	343,95**	2,34**
pH do exsudato-fenolftaleína (Fenol. 20)	11,73**	152,22**	2,02**
pH do exsudato-fenolftaleína (Fenol. 30)	7,35**	138,33**	1,23ns
Cond. elétrica	11,11**	188,70**	1,91*
Lixiv. potássio	9,30**	61,95**	2,91**
Emerg. campo	10,34**	122,68**	1,51ns

ns Não significativo

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

4.3.1. Análise comparativa entre os testes para avaliação da viabilidade

Os resultados referentes ao teste de germinação são apresentados na Tabela 32. O exame das médias de lotes, permitiu verificar somente a superioridade dos lotes 16, 17 e 21 em relação ao lote 18. Analisando os resultados em termos numéricos, constatou-se também, de um modo geral, que além dos valores obtidos serem elevados, considerando-se o período total de um ano de armazenamento, as diferenças entre os lotes só foram evidenciadas a partir da terceira época de avaliação (E_3). As médias para épocas também revelaram diminuições significativas a partir de E_3 , indicando o início da redução do potencial germinativo dos lotes estudados.

Por outro lado, a viabilidade determinada pelo teste de tetrazólio 1-5 (Tabela 33), por intermédio do exame das médias, evidenciou a superioridade dos lotes 15, 16, 17 e 21 em relação aos lotes 18 e 19; entretanto, de modo semelhante ao teste de germinação, as diferenças entre os lotes não foram pronunciadas. Com relação ao efeito de épocas, a partir da terceira época foram detectadas reduções significativas dos valores obtidos, caracterizando a partir dessa época, de um modo geral, o início da queda dos níveis de viabilidade.

Comparando-se as duas avaliações, observou-se, numericamente, que as médias obtidas foram semelhantes, in-

Tabela 32. Germinação: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
15	99	97	95	79	70	88 AB
16	99	99	94	84	82	92 A
17	99	98	96	84	77	91 A
18	96	97	87	72	63	83 B
19	98	98	92	84	64	87 AB
20	97	98	92	82	71	88 AB
21	98	98	95	87	82	92 A
Médias	98 a	98 a	93 b	82 c	73 d	
Coef. Variação (%) Lotes = 2,60						Coef. Variação (%) Épocas = 5,74

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 33. Teste de tetrazólio 1-5 (viabilidade): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
15	99	98	93	85	78	91 AB
16	98	98	94	88	82	92 A
17	95	99	95	84	80	91 AB
18	96	95	89	74	67	84 C
19	96	95	90	79	68	86 C
20	97	97	94	82	68	88 BC
21	98	97	97	86	81	92 A
Médias	97 a	97 a	93 b	83 c	75 d	
Coef. Variação (%) Lotes = 2,06		Coef. Variação (%) Épocas = 5,40				

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

clusive coincidindo para os lotes 16, 17, 20 e 21, indicando que os testes proporcionaram informações muito próximas sobre a viabilidade das sementes. Ainda analisando em termos numéricos, constatou-se que praticamente todos os resultados obtidos nos testes de germinação e de tetrazólio, apresentaram diferenças inferiores a 5%, índice considerado aceitável (FRANÇA NETO et alii, 1986). Essas diferenças reduzidas, verificadas entre os dois testes, deveram-se principalmente ao fato da menor incidência de microrganismos durante o teste de germinação, nas duas últimas épocas de avaliação. Concluindo a análise comparativa entre os testes de germinação e o de tetrazólio 1-5, verificou-se que os dois testes apresentaram sensibilidades semelhantes no sentido de detectar a época em que se iniciou a redução do potencial de germinação dos lotes estudados. Os resultados obtidos nos dois testes, por sua vez, correlacionaram-se de maneira positiva e altamente significativa para todos os lotes (Tabela 42).

Com relação às informações geradas pelo teste de tetrazólio 6-8 (Tabela 34), verificou-se que os lotes 18, 19 e 20 apresentaram valores mais elevados de danificações por umidade em relação aos demais, sendo que o aumento desses danos foi observado a partir da terceira época. Os danos mecânicos, os danos causados por insetos e os danos de umidade apresentados pelas sementes, proporcionaram informações semelhantes às aquelas descritas para os cultivares Paraná e BR-6.

A determinação da viabilidade por intermédio do teste do pH do exsudato (fenolftaleína) com 20 minutos de

Tabela 34. Teste de tetrazólio 6-8 (perda da viabilidade por dano de umidade): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
15	0 AC	0 AC	5 ABb	13 ABCDa	19 BCa	7 BC
16	0 Ad	0 Ad	3 ABCC	7 Db	16 Ca	5 C
17	1 Abc	0 AC	2 BCb	12 BCda	18 BCa	7 BC
18	0 AC	1 AC	8 Ab	21 Aa	29 ABa	12 A
19	0 AC	1 Abc	5 ABb	18 ABa	27 ABa	10 AB
20	0 Ad	1 Acd	3 ABCC	16 ABCb	30 Aa	10 AB
21	0 Ab	1 Ab	1 Cb	10 CDa	16 Ca	6 C
Médias	0 d	1 d	4 c	14 b	22 a	
Coef. Variação (%) Lotes = 10,29			Coef. Variação (%) Épocas = 25,21			

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

embebição (Tabela 35), somente não evidenciou diferenças significativas entre os lotes na primeira época. Entretanto, apesar das diferenças entre os lotes não serem pronunciadas, e, analisando em termos numéricos, os lotes 19 e 20 foram os que apresentaram maiores tendências de redução dos níveis de viabilidade no final do período experimental, embora no conjunto de épocas, tivessem sido acompanhados pelo lote 18. Por outro lado, analisando o efeito de épocas, verificou-se, de um modo geral, que a queda dos valores obtidos para os lotes foi evidenciada a partir da terceira época (E_3).

A Tabela 36 mostra os resultados obtidos com o teste do pH do exsudato (fenolftaleína), utilizando o período de 30 minutos de embebição. O exame das médias permitiu verificar a superioridade dos lotes 15 e 16 sobre os lotes 18, 19 e 20; contudo, numericamente as diferenças entre os lotes não foram pronunciadas. Com relação às médias de épocas, verificaram-se reduções significativas a partir da terceira época, registrando, de uma maneira geral, o início da perda da viabilidade dos lotes estudados.

Quanto às variações de colorações observadas com a realização do teste do pH do exsudato, para os lotes do cultivar Bossier, são válidas as mesmas observações citadas para os cultivares Paraná e BR-6.

Comparando-se os dois períodos de embebição estudados, no teste do pH do exsudato (fenolftaleína), de um modo geral, não ficou caracterizado qual o período mais eficiente no sentido de separação de lotes em diferentes níveis

Tabela 35. pH do exsudato (fenolftaleína) - 20 minutos de embebição: valores médios (%) de viabilidade obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
15	98 Aa	98 Aa	96 Aab	93 ABb	85 Ac	94 A
16	96 Aa	97 ABa	95 ABa	93 ABa	85 Ab	93 AB
17	97 Aab	98 Aa	94 ABb	87 Cc	81 ABC	91 BC
18	96 Aa	94 Bab	90 Bbc	88 BCC	81 ABd	90 C
19	98 Aa	96 ABa	91 ABb	88 BCb	77 BC	90 C
20	96 Aa	95 ABab	91 ABbc	88 BCC	79 ABd	90 C
21	96 Aa	96 ABa	93 ABa	95 Aa	85 Ab	93 AB
Médias	97 a	96 a	93 b	90 c	82 d	
Coef. Variação (%) Lotes = 1,45			Coef. Variação (%) Épocas = 3,52			

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 36. pH do exsudato (fenolftaleína) - 30 minutos de embebição: valores médios (%) de viabilidade obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
15	97	95	94	91	82	92 A
16	97	95	94	90	83	92 A
17	95	95	90	86	80	89 ABC
18	95	93	87	86	75	87 C
19	95	93	87	87	74	87 C
20	95	93	88	88	77	88 BC
21	94	94	92	93	83	91 AB
Médias	95 a	94 a	90 b	89 b	79 c	
Coef. Variação (%) Lotes = 1,90						Coef. Variação (%) Épocas = 3,61

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

de viabilidade e nem quanto ao registro da época em que se iniciou o declínio dos valores obtidos.

Ainda de modo comparativo, analisando-se os resultados do teste do pH do exsudato, independentemente do período de embebição e em relação ao teste de germinação, verificou-se que os testes apresentaram tendências de comportamentos semelhantes quanto à distinção dos lotes em diferentes níveis de viabilidade. A análise de correlação, por sua vez, mostrou que os resultados dos testes correlacionaram-se de maneira positiva e altamente significativa, sendo também indicativo de variações semelhantes entre os resultados dos testes. Entretanto, a exemplo do verificado para os cultivos anteriores, o teste do pH do exsudato tanto para 20 como 30 minutos de embebição, apresentou valores numéricos maiores, nas duas últimas épocas, do que o teste de germinação.

A emergência das plântulas em campo (Tabela 37), por sua vez, evidenciou a superioridade das médias dos lotes 15 e 16 em relação às dos lotes 18 e 19; entretanto, numericamente, não foram constatadas diferenças pronunciadas entre as médias. Com referência ao efeito de épocas, o declínio dos valores obtidos, para praticamente todos os lotes, começou a ser registrado a partir da segunda época, estendendo-se até o final do período experimental.

De modo comparativo, verificou-se que, de um modo geral, as informações proporcionadas pelos testes de germinação e de tetrazólio 1-5, foram próximas quanto ao desempenho dos lotes em relação à emergência das plântulas em

Tabela 37. Emergência em campo: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
15	94	94	88	86	77	88 A
16	96	92	88	88	77	88 A
17	98	92	85	84	76	87 AB
18	92	86	81	77	68	81 C
19	95	86	84	78	72	83 BC
20	95	91	87	85	71	86 AB
21	94	90	88	83	78	87 AB
Médias	95 a	90 b	86 c	83 d	74 e	
Coef. Variação (%) Lotes = 2,13			Coef. Variação (%) Épocas = 4,62			

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

campo. Da mesma forma, os dados dos dois testes apresentaram correlação positiva e altamente significativa com os da emergência das plântulas em campo, para todos os lotes. Provavelmente o fato dos lotes do cultivar Bossier terem apresentado, de uma maneira geral, qualidade fisiológica superior à dos cultivares Paraná e BR-6 e, a emergência das plântulas em campo ter sido sempre realizada em condições favoráveis de ambiente, proporcionaram a proximidade de informações entre os testes de germinação e de tetrazólio 1-5 com o desempenho em campo.

Comparando-se o teste de pH do exsudato (fenolftaleína) com a emergência das plântulas em campo, verificou-se que o teste independentemente do período de embebição, também proporcionou informações quanto ao potencial dos lotes em relação à emergência em campo; entretanto, confirmando as observações realizadas para os cultivares anteriores, a partir da terceira época o teste apresentou tendência de superestimar o desempenho dos lotes. Por outro lado, as informações complementares geradas pela análise de correlação indicaram que os resultados obtidos entre os testes do pH do exsudato, considerando-se os dois períodos de embebição, correlacionaram-se de forma positiva e altamente significativa para todos os lotes, com os da emergência em campo.

Com referência ao grau de umidade das sementes (Tabela 38) durante o transcorrer da pesquisa, verificou-se, apesar dos dados não serem analisados estatisticamente, que de um modo geral foram semelhantes, com tendência de aumento

Tabela 38. Grau de unidade: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
15	11,3	11,2	11,6	11,3	13,1	11,7
16	11,3	11,2	11,6	11,7	12,9	11,7
17	11,5	11,0	11,7	11,6	13,4	11,8
18	11,5	10,9	11,7	11,6	12,9	11,7
19	11,2	11,7	11,8	11,6	12,7	11,8
20	10,8	11,1	11,8	11,6	13,0	11,7
21	10,8	11,2	11,7	11,9	13,3	11,8
Médias	11,2	11,2	11,7	11,6	13,0	

no final do período experimental. Informações semelhantes foram obtidas com os lotes dos cultivares Paraná e BR-6.

Analisando de forma conjunta os testes rápidos para determinação da viabilidade de sementes de soja (tetrazólio 1-5 e pH do exsudato), verificou-se, de um modo geral, que os testes apresentaram tendências de comportamentos semelhantes no sentido de separarem os lotes segundo diferentes níveis de viabilidade, como também de proporcionar informações do potencial relativo de cada lote, com relação à emergência das plântulas em campo. Por outro lado, os testes apresentaram também desempenhos semelhantes, no sentido de detectar o início da redução da viabilidade dos lotes estudados.

4.3.2. Análise comparativa entre os testes para avaliação do vigor

A avaliação do vigor pelo teste de tetrazólio 1-3 (Tabela 39) evidenciou diferenças significativas entre os lotes do cultivar Bossier, em todas as épocas de avaliação. Os resultados obtidos permitiram verificar a alta qualidade inicial de praticamente todos os lotes, constatada também por ocasião das determinações preliminares (Tabela 3), sendo que o declínio de vigor dos lotes 15, 18, 19 e 20 foi observado a partir da terceira época (E_3) e os demais lotes em E_4 . Com relação à separação de lotes, em diferentes níveis de vigor, os resultados do teste de tetrazólio 1-3, de

Tabela 39. Teste de tetrazólio 1-3 (vigor): valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Bos-sier durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
15	93 Aa	93 Aa	80 ABb	68 AC	60 ABC	79 AB
16	90 ABa	90 ABa	85 Aa	70 Ab	64 Ab	80 A
17	86 Ba	89 ABa	86 Aa	70 Ab	63 Ab	79 AB
18	91 ABa	86 Ba	77 Bb	56 Bc	49 BCC	72 C
19	90 ABa	89 ABab	82 ABb	58 Bc	48 Cc	73 C
20	91 ABa	87 ABab	83 ABb	64 ABC	47 Cd	74 BC
21	91 ABa	89 ABa	86 Aa	71 Ab	63 Ab	80 A
Médias	90 a	89 a	83 b	65 c	56 d	
Coef. Variação (%) Lotes = 2,13		Coef. Variação (%) Épocas = 4,61				

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

um modo geral, permitiram caracterizar os lotes 18, 19 e 20 como inferiores aos demais.

O teste de condutividade elétrica (Tabela 40), por sua vez, somente não evidenciou diferenças significativas entre os lotes na segunda época; entretanto, analisando os resultados ao longo do período experimental, verificou-se, de um modo geral, que os lotes 18, 19 e 20 apresentaram tendências de possuírem maiores valores de condutividade, mesmo considerando que as diferenças entre os lotes não foram pronunciadas. Com referência às épocas, observou-se, de um modo geral e à exceção da segunda época, que os valores obtidos tenderam a aumentar durante as épocas de avaliação, de acordo com a evolução do processo de deterioração. Informações semelhantes também foram obtidas para as cultivares Paraná e BR-6.

De modo comparativo, os testes de tetrazólio 1-3 e o de condutividade elétrica, apresentaram de um modo geral, sensibilidades semelhantes no sentido de separar lotes em diferentes níveis de vigor, bem como em detectar o início da redução desses níveis. A análise de correlação, por sua vez, caracterizou uma correlação negativa e altamente significativa entre os resultados dos dois testes, de modo semelhante ao verificado para os cultivares Paraná e BR-6.

Por outro lado, o teste de lixiviação de potássio (Tabela 41), a exemplo do ocorrido para os cultivares anteriores, também apresentou tendência de diminuição da quantidade de potássio lixiviado para todos os lotes, no de-

Tabela 40. Condutividade elétrica: valores médios (μmhos/g) obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
15	57,03 Bc	57,32 Ac	76,54 Bb	82,47 Cab	92,42 ABa	73,15 D
16	60,29 ABb	58,26 Ab	79,24 ABa	80,68 Ca	90,80 ABa	73,85 D
17	60,80 ABC	60,20 Ac	76,23 Bb	91,03 BCa	100,27 ABa	77,70 CD
18	71,83 Ac	62,69 Ac	93,51 Ab	110,22 Aa	104,58 Aab	88,56 A
19	67,48 ABbc	65,03 Ac	78,47 Bb	103,05 ABa	101,46 ABa	83,09 ABC
20	69,68 ABC	64,20 Ac	90,50 ABb	106,33 Aa	103,54 ABa	86,85 AB
21	65,43 ABb	62,43 Ab	85,80 ABa	91,75 BCa	89,79 Ba	79,04 BCD
Médias	64,64 c	61,44 c	82,89 b	95,07 a	97,55 a	
Coef. Variação (%) Lotes = 4,52			Coef. Variação (%) Épocas = 8,03			

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 41. Lixiviação de potássio: valores médios (ppm/g) obtidos para os lotes do cultivar Bossier durante as épocas de avaliação. Piracicaba, 1986/87.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
15	937 ABa	736 Cbc	834 ABab	754 Abc	697 AC	792 C
16	933 ABa	849 BCab	796 Bbc	801 Ab	667 AC	809 BC
17	991 ABa	955 ABab	847 ABbc	766 Acd	691 Ad	850 ABC
18	1066 Aa	1020 Aa	824 ABb	830 Ab	785 Ab	905 A
19	1059 Aa	1001 Aab	920 ABbc	877 Abc	793 AC	930 A
20	910 Bbc	1093 Aa	948 Ab	861 Abc	803 AC	923 A
21	943 ABab	1033 Aa	868 ABb	878 Ab	738 AC	892 AB
Médias	977 a	955 a	862 b	824 b	739 c	
Coef. Variação (%) Lotes = 4,16			Coef. Variação (%) Épocas = 7,51			

* Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

correr do período experimental. Os resultados também permitiram de um modo geral, constatar a inconsistência das informações proporcionadas pelo teste no sentido de identificação de lotes em diferentes níveis de vigor; no entanto, verificou-se que os lotes 18, 19 e 20 apresentaram, em termos gerais, vigor inferior aos dos demais lotes.

A menor precisão das informações geradas pela lixiviação de potássio, também observada em relação aos demais testes de vigor e com a emergência das plântulas em campo, sugerem, a despeito da potencialidade do teste, que um maior número de pesquisas devam ser realizadas no sentido de estabelecer relações mais consistentes entre a quantidade de potássio liberado durante a embebição e o grau de deterioração de sementes de soja, bem como estudos visando o desenvolvimento e a padronização do teste.

Quanto aos demais testes de vigor, embora o teste de tetrazólio 1-3 detectasse as diferenças entre os lotes, apresentou valores numéricos inferiores aos de emergência das plântulas em campo, para praticamente todos os lotes a partir da terceira época de avaliação, divergindo nesse aspecto das observações realizadas para os cultivares Paraná e BR-6. Por outro lado, a análise de correlação indicou que os dados do teste de tetrazólio 1-3, correlacionaram-se de maneira positiva e altamente significativa com os da emergência em campo, indicando que as variações observadas entre as duas determinações foram semelhantes.

Tabela 42. Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos nos testes para avaliação da qualidade de sementes de soja, conduzidos com os lotes do cultivar Bossier durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87.

Testes	Lotes					
	15	16	17	18	19	20
Germin. x TZ 1-5	0,90**	0,80**	0,72**	0,87**	0,92**	0,86**
Germin. x TZ 1-3	0,88**	0,86**	0,86**	0,89**	0,90**	0,89**
Germin. x TZ 6-8U	-0,89**	-0,81**	-0,85**	-0,93**	-0,92**	-0,91**
Germin. x Fenol. 20	0,84**	0,65**	0,82**	0,85**	0,88**	0,81**
Germin. x Fenol. 30	0,86**	0,76**	0,86**	0,82**	0,86**	0,79**
Germin. x C.eletr.	-0,85**	-0,81**	-0,86**	-0,80**	-0,83**	-0,75**
Germin. x Lixiv.K	0,72**	0,57**	0,78**	0,60**	0,76**	0,67**
TZ 1-5 x TZ 1-3	0,91**	0,89**	0,89**	0,96**	0,95**	0,95**
TZ 1-5 x TZ 6-8U	-0,94**	-0,89**	-0,94**	-0,95**	-0,97**	-0,95**
TZ 1-5 x Fenol. 20	0,86**	0,79**	0,86**	0,82**	0,88**	0,79**
TZ 1-5 x Fenol. 30	0,88**	0,80**	0,80**	0,76**	0,79**	0,80**
TZ 1-5 x C.eletr.	-0,90**	-0,85**	-0,83**	-0,81**	-0,83**	-0,78**
TZ 1-5 x Lixiv.K	0,53*	0,74**	0,69**	0,71**	0,78**	0,77**
TZ 1-3 x TZ 6-8U	-0,93**	-0,86**	-0,90**	-0,97**	-0,95**	-0,96**
TZ 1-3 x Fenol. 20	0,83**	0,75**	0,88**	0,85**	0,85**	0,85**
TZ 1-3 x Fenol. 30	0,36**	0,79**	0,84**	0,79**	0,81**	0,88**
TZ 1-3 x C.eletr.	-0,93**	-0,82**	-0,87**	-0,82**	-0,88**	-0,80**
TZ 1-3 x Lixiv.K	0,46*	0,60*	0,74**	0,77**	0,82**	0,63**
TZ 6-8U x Fenol. 20	-0,86**	-0,84**	-0,90**	-0,87**	-0,87**	-0,86**

Continua

Tabela 42. Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos nos testes para avaliação da qualidade de sementes de soja, conduzidos com os lotes do cultivar Bossier durante o período experimental. Piracicaba, 1986/87. (Continuação)

Testes	Lotes						
	15	16	17	18	19	20	21
TZ 6-8U x Fenol. 30	-0,85**	-0,85**	-0,87**	-0,84**	-0,81**	-0,87**	-0,65**
TZ 6-8U x C.eletr.	0,93**	0,79**	0,92**	0,83**	0,85**	0,79**	0,70**
TZ 6-8U x Lixiv.K	-0,48*	-0,66**	-0,84**	-0,74**	-0,83**	-0,63**	-0,74**
Fenol.20 x Fenol. 30	0,79**	0,79**	0,90**	0,87**	0,84**	0,91**	0,80**
Fenol. 20 x C.eletr.	-0,82**	-0,76**	-0,88**	-0,67**	-0,73**	-0,75**	-0,58**
Fenol. 20 x Lixiv.K	0,47*	0,66**	0,76**	0,61**	0,78**	0,52*	0,72**
Fenol. 30 x C.eletr.	-0,83**	-0,76**	-0,91**	-0,69**	-0,66**	-0,73**	-0,45*
Fenol. 30 x Lixiv.K	0,61**	0,70**	0,75**	0,60**	0,75**	0,47*	0,65**
C.eletr. x Lixiv.K	-0,44*	-0,57**	-0,82**	-0,73**	-0,76**	-0,57**	-0,69**
Em. campo x Germín.	0,77**	0,66**	0,77**	0,78**	0,74**	0,85**	0,76**
Em. campo x TZ 1-5	0,82**	0,71**	0,59**	0,76**	0,75**	0,78**	0,80**
Em. campo x TZ 1-3	0,83**	0,69**	0,57**	0,81**	0,80**	0,84**	0,86**
Em. campo x TZ 6-8U	-0,83**	-0,77**	-0,73**	-0,82**	-0,79**	-0,85**	-0,84**
Em. campo x Fenol. 20	0,81**	0,78**	0,73**	0,79**	0,87**	0,84**	0,69**
Em. campo x Fenol. 30	0,83**	0,80**	0,71**	0,76**	0,75**	0,88**	0,57**
Em. campo x C.eletr.	-0,81**	-0,81**	-0,71**	-0,67**	-0,74**	-0,59**	-0,66**
Em. campo x Lixiv.K	0,46*	0,72**	0,78**	0,60**	0,76**	0,57**	0,58**

* Significativo pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

O teste de condutividade elétrica, por sua vez, proporcionou informações que, de um modo geral, corresponderam ao desempenho dos lotes em termos de emergência em campo, segundo os diferentes níveis de vigor observados. A esperada correlação negativa e altamente significativa, entre os dados do teste de condutividade elétrica e os da emergência de plântulas, foi obtida para todos os lotes estudados. Entretanto, não foram observadas diferenças entre os testes de tetrazólio 1-3 e o de condutividade elétrica, com relação ao registro do início da queda de vigor dos lotes do cultivar Bossier.

4.4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Numa análise geral, verificou-se que os lotes dos três cultivares apresentaram ao longo do período experimental algumas características em comum, como alta qualidade inicial e decréscimos mais acentuados dessa qualidade a partir da terceira época de avaliação; no entanto, entre os sete lotes de cada cultivar, um ou dois lotes sempre apresentaram níveis de qualidade fisiológica inferiores aos demais, ainda que em determinadas situações as diferenças não fossem acentuadas.

Com relação ao armazenamento das sementes, verificou-se ao longo do período experimental, que os valores referentes ao grau de umidade das sementes, obtidos por oca-

sião da coleta de amostras, de um modo geral, podem ser considerados satisfatórios em se tratando de armazenamento em condições de ambiente não controladas. Por outro lado, foram constatados aumentos de temperatura e oscilações na umidade relativa do ar, notadamente a partir de outubro de 1986 e se estendendo até março de 1987 (Tabelas 4 e 5). Estes fatos devem ter contribuído para a diminuição do potencial de conservação e acelerar o processo de deterioração das sementes. A redução da qualidade das sementes, de um modo geral, foi verificada a partir da terceira época, aproximadamente sete meses após o início do armazenamento.

Para a avaliação e análise comparativa dos testes rápidos, utilizou-se além da comparação de médias, a análise de correlação com o objetivo de complementar informações entre as determinações estudadas. O uso exclusivo da análise de correlação, em estudos comparativos dessa natureza, pode originar informações incompletas, devido ao fato dessa análise somente indicar a variação de comportamento entre os dados avaliados, não fornecendo por exemplo, indicações consistentes quanto às diferenças de qualidade observadas entre os lotes estudados.

Analisando de uma maneira geral os testes rápidos para determinação da viabilidade, verificou-se que o teste de tetrazólio 1-5, quando comparado ao teste de germinação, utilizado como referencial, apresentou sensibilidade semelhante no sentido de separar os lotes em diferentes níveis de viabilidade. Entretanto, o teste de tetrazólio 1-5

apresentou tendência de superestimar a viabilidade de sementes com maior grau de deterioração, notadamente para os cultivares Paraná e BR-6, tendo como principal causa, a maior suscetibilidade do teste de germinação à ação de microrganismos durante a sua execução, mascarando os resultados. Contudo, a análise de correlação evidenciou que os dois testes apresentaram variações semelhantes durante as épocas de avaliação, para todos os lotes dos três cultivares.

Por outro lado, comparando-se o teste de tetrazólio 1-5 com a emergência das plântulas em campo, constatou-se que o teste proporcionou informações próximas, quanto ao potencial relativo de cada lote. Contudo, o teste de tetrazólio também apresentou tendência de superestimar a emergência à medida que as sementes apresentaram maior grau de deterioração.

Com referência ao teste do pH do exsudato (fenoltaleína), particularmente aos períodos de embebição utilizados, observou-se que, embora as diferenças não fossem acentuadas, o período de 30 minutos apresentou tendência de melhor desempenho, em termos de detectar lotes com diferentes níveis de viabilidade. Nesse aspecto, AMARAL & PESKE (1984) verificaram que o período de 30 minutos foi o mais eficiente para estimar a viabilidade de sementes de soja. Entretanto, o teste do pH do exsudato independentemente do período de embebição, superestima a viabilidade de sementes mais deterioradas em relação ao teste de germinação, fato constatado principalmente a partir da terceira época, para os lotes dos três cultivares.

Comparando-se o teste do pH do exsudato (fenolftaleína), principalmente com 30 minutos de embebição, em relação à emergência em campo, observou-se que o teste proporcionou informações próximas do potencial relativo de cada lote. Contudo, o teste superestimou a emergência das plântulas originadas de sementes com maior grau de deterioração. O teste do pH do exsudato, tanto para 20 como 30 minutos de embebição, correlacionou-se de maneira positiva e altamente significativa com a emergência em campo, para praticamente todos os lotes dos três cultivares.

Por outro lado, de um modo geral, os testes de tetrazólio 1-5 e do pH do exsudato, não apresentaram diferenças quanto à sensibilidade em detectar o início do decréscimo dos níveis de viabilidade de todos os lotes estudados.

Com relação aos testes rápidos para avaliação do vigor de sementes de soja, o teste de tetrazólio 1-3 apresentou informações muito próximas quanto à separação e desempenho dos lotes em termos de emergência em campo, para os lotes dos cultivares Paraná e BR-6. Com os lotes do cultivar Bossier, o teste detectou as diferenças de vigor existentes entre os lotes, mas numericamente os valores obtidos a partir da terceira época, foram menores do que os de emergência das plântulas em campo. Em relação aos demais testes estudados, o de tetrazólio foi o único que possibilitou obter informações simultâneas sobre a viabilidade (bem como as causas que provocaram a sua redução) e o vigor das sementes.

A condutividade elétrica também se mostrou eficiente na separação de lotes com diferentes níveis de vigor, estabelecendo, também, relações com a emergência das plântulas em campo em termos de potencial relativo de cada lote. A correlação obtida entre a condutividade elétrica e a emergência em campo sempre foi negativa e altamente significativa para todos os lotes dos três cultivares.

O teste de lixiviação de potássio não indicou o aumento de potássio liberado durante a embebição das sementes, de acordo com a evolução do processo de deterioração, além de proporcionar certa diversidade de informações sobre o nível de vigor dos lotes estudados, principalmente quando seus resultados foram comparados aos dos demais testes. Essa diversidade também foi constatada pela análise de correlação, onde os coeficientes de correlação simples obtidos, entre o teste de lixiviação de potássio e os demais testes de vigor como também em relação à emergência em campo, apresentaram grandes variações entre os lotes de cada cultivar.

Analisando de uma forma conjunta os testes rápidos para avaliação da viabilidade e vigor, verificou-se que à exceção do teste de lixiviação de potássio, os demais mostraram aptidão para separar lotes em diferentes níveis de qualidade fisiológica, além de fornecerem informações quanto ao potencial relativo de cada lote em termos de emergência de plântulas em campo. Entretanto, não foram constatadas, de maneira pronunciada, diferenças entre os testes quanto à

sensibilidade em detectar a época em que se iniciou a redução da qualidade dos lotes estudados.

Assim, em programas de controle de qualidade fisiológica de sementes de soja, considerando-se os resultados dessa pesquisa, pode-se considerar que os testes rápidos, de um modo geral, fornecem informações de grande utilidade para as diferentes etapas de produção pós-maturidade. Por exemplo, a utilização do teste do pH do exsudato por ocasião da recepção, é válida, mesmo que em algumas situações superestime a viabilidade, o teste demonstrou sensibilidade suficiente para detectar sementes de baixa qualidade, possibilitando dessa forma, o descarte imediato desse material.

5. CONCLUSÕES

A análise dos dados e a interpretação dos resultados do presente trabalho permitiram concluir que os testes de tetrazólio, pH do exsudato (fenolftaleína) com 30 minutos de embebição e condutividade elétrica são eficientes na obtenção de informações rápidas e utilizáveis em programas de controle de qualidade de sementes de soja, possibilitando a identificação de lotes com diferentes níveis de qualidade e o potencial de emergência das plântulas em campo; neste particular, os testes de tetrazólio 1-3 e de condutividade elétrica podem ser considerados mais sensíveis, pois os testes para a avaliação da viabilidade tendem a superestimar a qualidade fisiológica das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-BAKI, A.A. & ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLOWSKI, T.T., ed. Seed Biology, New York, Academic Press, 1972. v.2, p.283-315.
- ABDUL-BAKI, A.A. & ANDERSON, J.D. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. Crop Science, Madison, 13(6): 630-3, nov./dez. 1973.
- AMARAL, A.S. & PESKE, S.T. pH do exsudato para avaliar a viabilidade das sementes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4., Brasília, 1985. Resumos. Brasília, ABRATES, 1985. p.54.
- AMARAL, A.S. & PESKE, S.T. pH do exsudato para estimar, em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, 6(3): 85-92, 1984.
- AMORIM, H.V. Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração da qualidade. Piracicaba, 1978. 85p. (Livre-Docência - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor testing handbook. East Lansing, AOSA, 1983. 88p. (Handbook on seed testing. Contribution, 32).

- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. Physiology and biochemistry of seeds. Berlin, Springer-Verlag, 1982. v.2, 375p.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. Seeds; physiology of development and germination. New York, Plenum Press, 1985. 367p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes. Brasília, 1980. 188p.
- BROUWER, H.M. & MULDER, J.C. Reduced steeping time for the conductivity vigor test of *Phaseolus vulgaris* L. seed. Journal of Seed Technology, Lansing, 7(1): 84-96, 1982.
- CARVALHO, N.M. de & NAKAGAWA, J. Sementes; ciência, tecnologia e produção. 2.ed. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 429p.
- CHENA, C.A.R.P. Testes de vigor em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) armazenadas em dois ambientes. Piracicaba, 1985. 50p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- CHING, T.M. & SCHOOLCRAFT, I. Physiological and chemical differences in aged seeds. Crop Science, Madison, 8(4): 407-9, jul./ago. 1968.
- COSTA, J.A. & MARCHEZAN, E. Características dos estádios de desenvolvimento da soja. Campinas, Fundação Cargill, 1982. 30p.
- DELOUCHE, J.C. & BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Science and Technology, Norway, 1(2): 427-52, 1973.
- DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. O teste de tetrazólio para viabilidade da semente. Brasília, AGIPLAN, 1976. 103p.

- DIAS, M.C.L.L. A utilização do teste de tetrazólio na avaliação da qualidade das sementes. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Resumo dos Seminários Técnicos. Londrina, IAPAR, 1982. p.37-8.
- EGLI, D.B. & TEKRONY, D.M. Relationship between soybean seed vigor and yield. Agronomy Journal, Madison, 71(5): 755-9, set./out. 1979.
- FERNANDES, E.J.; SADER, R.; CARVALHO, N.M. de. Viabilidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) estimada pelo pH do exsudato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5., Gramado, 1987. Resumos. Brasília, ABRATES, 1987. p. 80.
- FRANÇA NETO, J.B. & HENNING, A.A. Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja. Londrina, EMBRAPA - CNPSO, 1984. 39p. (Circular Técnica, 9).
- FRANÇA NETO, J.B.; PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P. da. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja (versão preliminar). Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1986. 35p. (Mimeografado).
- FRANCO, D.F.; PETRINI, J.A.; AMARAL, A.S. Novo teste de viabilidade em sementes de soja; teste de timerosal. Pelotas, EMBRAPA-UEPAE de Pelotas, 1984. 3p. (Pesquisa em andamento, 10).
- GILIOLI, J.L. Influência do tamanho da semente sobre algumas características agronômicas da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., Londrina, 1978. Anais. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1979. v.2, p.309-15.

- GRABE, D.F. Manual do teste de tetrazólio em sementes. Brasília, AGIPLAN, 1976. 85p.
- HALLOIN, J.M. Solute loss from deteriorated cottonseed; relationship between deterioration, seed moisture, and solute loss. Crop Science, Madison, 15(1): 11-5, jan/fev. 1975.
- HEPBURN, H.A.; POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Problems associated with the routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. Seed Science and Technology, Zurich, 12(2): 403-13, 1984.
- HEYDECKER, W. Vigour. In: ROBERTS, E.H., ed. Viability of seeds. Syracuse, Syracuse University Press, 1972. p.209-252.
- ISELY, D. Vigor tests. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts, Washington, 47: 176-82, 1957.
- JOHNSON, R.R. & WAX, L.M. Relationship of soybean germination and vigor tests to field performance. Agronomy Journal, Madison, 70(2): 273-8, mar./abr. 1978.
- KOLLMORGEN CORPORATION. Munsell Book of Color. Baltimore, Neighboring Hues, 1976. 48p.
- MACKAY, D.B. The measurement of viability. In: ROBERTS, E.H., ed. Viability of seeds. Syracuse, Syracuse University Press, 1972. p.172-208.
- MAGUIRE, J.D. Seed quality and germination. In: KHAN, A.A., ed. The physiology and biochemistry of seed dormance and germination. Amsterdam, North-Holland Biomedical Press, 1977. p.219-235.

MARCOS FILHO, J. Produção de sementes de soja. Campinas, Fundação Cargill, 1986. 86p.

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. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1982., p.676-88.

MARCOS FILHO, J.; CARVALHO, R.V. de; CICERO, S.M.; DEMÉTRIO, C.G.B. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no armazenamento e no campo. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 42: 195-249, 1985a.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. da. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba, FEALQ, 1987. 230p.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; TOLEDO, F.F. de. Manual de análise de sementes. Piracicaba, 1985b. 112p. (Mimeografado).

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, 19(5): 605-13, maio 1984..

MASON, S.C.; VORST, J.J.; HANKINS, B.J.; HOLT, D.A. Standard, cold, and tetrazolium germination tests as estimators of field emergency of mechanically damaged soybean seed. Agronomy Journal, Madison, 74(3): 546-50, maio/jun. 1982.

MATTHEWS, S. & POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D.A., ed. Handbook of vigour test methods. Zurich, International Seed Testing Association, 1981. p. 37-42.

MCDONALD JUNIOR, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts, Lansing, 65: 109-39, 1975.

MCDONALD JUNIOR, M.B. & WILSON, D.O. ASA-610 ability to detect changes in soybean seed quality. Journal of Seed Technology, Lansing, 5(1): 56-66, 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. Journal of Seed Technology, Lansing, 4(2): 1-11, 1979.

MOORE, R.P. Tetrazolium staining for assessing seed quality. In: HEYDECKER, W., ed. Seed ecology. Nottingham, The Pennsylvania State University Press, 1972. p.347-66.

MOSS, G.I. & MULLETT, J.H. Potassium release and seed vigour in germinating bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed as influenced by temperature over the previous five generations. Journal of Experimental Botany, Oxford, 33(137): 1147-60, dez. 1982.

MOTTA, C.A.P. Comparação de testes de vigor em sementes de soja com a emergência das plântulas a campo. Pelotas, 1986. 90p. (Mestrado - Universidade Federal de Pelotas).

MULLETT, J.H. & WILKINSON, R.I. The relationship between amounts of electrolyte lost on leaching seeds of *Pisum sativum* and some parameter of plant growth. Seed Science and Technology, Zurich, 7(3): 393-8, 1979.

OLIVEIRA, M.A.; MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. The role of split seed coats in determining seed vigour in commercial seed lots of soybean, as measured by the electrical conductivity test. Seed Science and Technology, Zurich, 12(2):659-68, 1984.

ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ. Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1987/88. Cascavel, OCEPAR/EMBRAPA-CNPSO, 1987. 74p. (Boletim técnico, 21; Documentos, 23).

PASHA, M.K. & DAS, R.K. Quick viability test of soybean seeds by using tetrazolium chloride. Seed Science and Technology, Zurich, 10(3): 651-5, 1982.

PEREIRA, L.A.G. Comparisons of selected vigor tests for evaluating soybean seed quality. Mississippi, 1974. 74p. (M.S. - Mississippi State University).

PERRY, D.A., ed. Handbook of vigour test methods. Zurich, International Seed Testing Association, 1981a. 72p.

PERRY, D.A. Interacting effects of seed vigour and environment on seedling establishment. In: HEYDECKER, W., ed. Seed ecology. Nottingham, The Pennsylvania State University Press, 1972. p.311-23.

PERRY, D.A. Topographical tetrazolium test. In: PERRY, D. A., ed. Handbook of vigour test methods. Zurich, International Seed Testing Association, 1981b. p.57-60.

PESKE, S.T. & AMARAL, A.S. Prediction of the germination of soybean seeds by measurement of the pH of seed exudates. Seed Science and Technology, Zurich, 14(1): 151-6, 1986.

POLLOCK, B.M. & ROOS, E.E. Seed and seedling vigor. In: KOZLOWSKI, T.T., ed. Seed Biology. New York, Academic Press, 1972. v.1., p.313-87.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília, s.ed., 1985. 289p.

POWELL, A.A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. Journal of Seed Technology, Lansing, 10(2): 81-100, 1986.

SCHOETTLE, A.W. & LEOPOLD, A.C. Solute leakage from artificially aged soybean seeds after imbibition. Crop Science, Madison, 24(5): 835-8, set./out. 1984.

SIMON, E.W. & RAJA-HARUN, R.M. Leakage during seed imbibition. Journal of Experimental Botany, Oxford, 23 (77) : 1076-85, nov. 1972.

SMITH, C.W. & VARVIL, J.J. Fungicide and temperature affect leachate-predicted germination of cotton. Agronomy Journal, Madison, 77(1): 9-12, jan./fev. 1985.

STEERE, W.C.; LEVENGOOD, W.C.; BONDIE, J.M. An electronic analyser for evaluating seed germination and vigor. Seed Science and Technology, Zurich, 9(2): 567-76, 1981.

TAO, K.L.J. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. Journal of Seed Technology. Lansing, 3(1): 10-8, 1978.

TEKRONY, D.M. Seed vigor testing; 1982. Journal of Seed Technology, Lansing, 8(1): 55-60, 1983.

- TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. Crop Science, Madison, 17(4): 573-7, jul./ago. 1977.
- TOLEDO, F.F. de & MARCOS FILHO, J. Manual das sementes; tecnologia da produção. São Paulo, Agronômica Ceres, 1977. 224p.
- VOZZO, J.A. Evaluating seed leachate measurements relative to imbibition time and solute volume. Journal of Seed Technology, Lansing, 9(1): 54-9, 1984.
- WETZEL, C.T. Efeito do tamanho das sementes de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., Londrina, 1978. Anais. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1979. v.2, p.333-41.
- WOODSTOCK, L.W. Physiological and biochemical tests for seed vigor. Seed Science and Technology, Norway, 1(1): 127-57, 1973.
- WOODSTOCK, L.W.; FURMAN, K.; LEFFLER, H.R. Relationship between weathering deterioration and germination, respiratory metabolism, and mineral leaching from cottonseeds. Crop Science, Madison, 25(3): 459-66, maio/jun. 1985.
- YAKLICH, R.W. & KULIK, M.M. Evaluation of vigor tests in soybean seeds; relationship of the standard germination test, seedling vigor classification, seedling length, and tetrazolium staining to field performance. Crop Science, Madison, 19(2): 247-52, mar./abr. 1979.
- YAKLICH, R.W.; KULIK, M.M.; ANDERSON, J.D. Evaluation of vigor tests in soybean seeds; relationship of ATP, conductivity, and radioactive tracer multiple criteria laboratory tests to field performance. Crop Science, Lansing, 19(6): 806-10, nov./dez. 1979a.

YAKLICH, R.W.; KULIK, M.M.; GARRISON, C.S. Evaluation of vigor in soybean seeds; influences of date of planting and soil type on emergence, stand, and yield. Crop Science, Madison, 19(2): 242-6, mar./abr. 1979b.