COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ERVILHA (*Pisum sativum* L.)

MARIA FERNANDA CALIARI

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Júlio Marcos Filho

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
Novembro - 1989

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

C153c Caliari, Maria Fernanda
 Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha (Pisum sativum L.). Piracicaba, 1989.
 89p. ilustr.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Semente de ervilha - Avaliação 2. Ervilha - Semente - Qualidade 3. Ervilha - Semente - Vigor I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 635.656

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ERVILHA (*Pisum sativum* L.)

Maria Fernanda Caliari

Aprovada em: 24/11/1989

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Antonio Augusto Lucchesi	ESALQ/USP
Prof. Dr. Walter Rodrigues da Silva	ESALQ/USP
Prof. Dr. Júlio Marcos Filho	ESALQ/USP

Prof. Dr. Júlio Marcos Filho
Orientador

Aos meus pais,
pelo zelo na minha formação
profissional.

Ao Fulvío,
por tudo mais.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Júlio Marcos Filho, pela dedicada orientação durante todas as fases do curso.
- Aos Engenheiros Agrônomos Helena Maria C. Pescarin Chamma e Ana Dionisia L.C. Novembre, pela colaboração prestada na condução dos testes de laboratório.
- Aos Professores e funcionários do Departamento de Agricultura da ESALQ.
- A Elisete Alleoni Marcos, pela colaboração durante a análise estatística.
- Ao Ministério da Agricultura, pela oportunidade, apoio e suporte, fornecidos para a realização do curso de pós-graduação.
- Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento - CNPq, pela bolsa de estudo concedida.
- A Asgrow do Brasil Sementes, pelo fornecimento das sementes.
- 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

RESUMO	vi
SUMMARY	viii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Importância da avaliação da qualidade fisiológica das sementes	03
2.2. Testes de vigor	08
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. Sementes e cultivares	26
3.2. Testes de laboratório	27
3.2.1. Grau de umidade das sementes	29
3.2.2. Germinação	29
3.2.3. Condutividade elétrica	29
3.2.4. Classificação de vigor de plântulas	30
3.2.5. Primeira contagem de germinação	32
3.2.6. Envelhecimento artificial	32
3.3. Teste de campo	33
3.3.1. Emergência das plântulas em campo ..	33
3.4. Procedimento estatístico	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1. Cultivar Majestic	41
4.2. Cultivar Caprice	62
4.3. Considerações gerais	78

5. CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ERVILHA (*Pisum sativum* L.)

Autor: MARIA FERNANDA CALIARI

Orientador: Prof. Dr. JÚLIO MARCOS FILHO

RESUMO

O desenvolvimento de métodos destinados à avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.), possibilitando uma estimativa do seu desempenho em campo e o estabelecimento de um programa de controle de qualidade mais eficiente, é de grande importância para o sucesso da cultura.

Por estes motivos, o presente trabalho, conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e no Campo Experimental do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, teve como objetivo principal a avaliação da eficiência de diferentes métodos utilizados para a determinação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha, procurando obter informações que possam indicar opções para uma melhor utilização desses testes em programas de controle de qualidade exercidos pelos produtores de sementes ou por instituições oficiais.

Para tanto, avaliaram-se os testes de germinação, primeira contagem de germinação, classificação de vigor

de plântulas, condutividade elétrica, envelhecimento artificial e emergência das plântulas em campo, utilizando-se doze lotes de sementes de ervilha, pertencentes a dois cultivares (Majestic e Caprice); esses testes foram realizados em cinco épocas, com intervalos aproximadamente bimestrais, de abril a dezembro de 1988.

A análise dos dados e a interpretação dos resultados, permitiram concluir que os testes de primeira contagem de germinação e classificação de vigor de plântulas possibilitam a identificação de lotes com diferentes níveis de qualidade fisiológica e potencial de emergência de plântulas em campo; esses testes são de execução simples e podem, inclusive, ser conduzidos juntamente com o teste padrão de germinação, demonstrando ser de grande utilidade em programas de controle de qualidade de sementes de ervilha. O teste de envelhecimento artificial também fornece informações consistentes a respeito do vigor relativo dos lotes; contudo, com o decorrer do armazenamento, a separação dos lotes não se mostrou eficiente, sugerindo certa severidade das condições do teste. Da mesma forma, o teste de condutividade elétrica, aparentemente apresenta eficiência variável de acordo com o cultivar avaliado.

THE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF PEA (*Pisum sativum* L.)
SEED LOTS AS EVALUATED BY DIFFERENT PROCEDURES

Author: MARIA FERNANDA CALIARI

Adviser: Prof. Dr. JÚLIO MARCOS FILHO

SUMMARY

This work aimed at comparing the efficiency of six different tests in evaluating the physiological quality of pea (*Pisum sativum* L.) seed lots. These tests were: standard germination test, first count of the standard germination test, seedling vigor classification, electrical conductivity, accelerated aging and field emergence. Twelve seed lots of two cultivars (Majestic and Caprice) were evaluated from April to December, 1988, at two month interval, at the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Seed Testing Laboratory and Experimental Station, Piracicaba (SP) - Brazil.

Among the tests compared, the first count and the seedling vigor classification tests were the most efficient in discriminating pea seed lots of different qualities, including the seedling emergence potential under field conditions. These tests offer the additional advantage of being simple to perform, not requiring any specialized equipment, and can be conducted concomitantly with the standard germi-

nation test. Its use in seed quality control programs is therefore recommended. The accelerated aging test proved to be too drastic, at least for the conditions under which they were conducted, while the efficiency of the electrical conductivity test varied according to cultivar.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da ervilha difundiu-se por várias regiões do Brasil nos últimos anos, apresentando atualmente uma área de plantio em torno de 17.000 ha; constitui, para os agricultores, uma alternativa para o cultivo "de inverno". Porém, a grande variação encontrada na emergência de plântulas de um mesmo lote, semeado em diferentes condições, demonstram uma alta sensibilidade das sementes às condições de ambiente, revelando a necessidade da utilização de materiais de alta qualidade, para a instalação da cultura.

Contudo, a produção de sementes de ervilha, que se constitui num dos fatores que mais limitam a expansão dessa cultura no Brasil, pode ser considerada uma atividade recente, pois, até 1981, a maior parte da demanda de sementes era suprida através da importação (ANDREOLI, 1980 e FILGUEIRA, 1981). Sabe-se que o objetivo fundamental de um sistema de produção de sementes é a obtenção de materiais de alta qualidade genética, física, fisiológica e sanitária, permitindo que as características superiores dos cultivares, obtidos pela pesquisa, sejam disponíveis aos agricultores.

Desta forma, é de grande importância o desenvolvimento de métodos para a avaliação consistente da qualidade fisiológica das sementes, possibilitando uma estimativa do seu desempenho em campo e o descarte de lotes deficientes, diminuindo riscos e prejuízos econômicos e permitindo aos produtores um controle de qualidade cada vez mais eficiente.

Diversos testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes têm sido descritos, bem como têm-se tentado padronizar sua metodologia; dentre eles, alguns são particularmente interessantes para a ervilha, devido à sua facilidade de execução, baixo custo ou rapidez na obtenção dos resultados. Porém, o volume de pesquisas nesse assunto ainda é reduzido, permanecendo a necessidade de seleção de métodos adequados para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha.

Considerando esses fatos, o presente trabalho foi planejado e conduzido com o objetivo principal de avaliar a eficiência comparativa de diferentes testes para determinação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha, procurando obter informações que possam indicar opções para uma melhor utilização desses testes no controle de qualidade exercido pelos produtores de sementes e por instituições oficiais, contribuindo para o sucesso da cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. IMPORTÂNCIA DA DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES

As sementes são insumos básicos na produção agrícola; sua qualidade pode refletir-se diretamente na transmissibilidade de doenças, no vigor de plantas e na produtividade (POPINIGIS, 1985).

A avaliação da qualidade da semente é de grande importância, pois representa garantia para produtores, comerciantes e agricultores, permitindo a redução de riscos provenientes da aquisição de materiais de qualidade desconhecida e o pagamento de preços irrealistas (MARCOS FILHO et alii, 1987). Além disso, qualquer programa de controle de qualidade, quer no âmbito privado ou oficial, depende diretamente da análise da qualidade de sementes.

A qualidade fisiológica é definida como a capacidade das sementes para desempenharem funções vitais, caracterizadas pela sua germinação, vigor e longevidade (POPI-

NIGIS, 1985); tem sido avaliada rotineiramente através do teste de germinação, cuja metodologia tem sido aprimorada, resultando um alto nível de reprodutibilidade e confiabilidade (PERRY, 1981a).

Neste teste, a capacidade de germinação é determinada pela proporção de sementes capazes de produzir plântulas normais, sob condições de ambiente que garantam a expressão máxima do potencial fisiológico. Os resultados são usados, principalmente, para dois propósitos: comparar o valor de diferentes lotes, fornecendo bases para o comércio de sementes, e para determinar a qualidade de um lote de sementes para semeadura (MACKAY, 1972). Quanto à comparação do valor de diferentes lotes, o teste de germinação é adequado, visto seu grande mérito ser o alto grau de padronização obtido, pois praticamente todas as variáveis são controladas (ISE-LY, 1957). Contudo, para determinação da qualidade de um lote para semeadura, o teste frequentemente não é eficiente pois, conforme sua filosofia, as condições adotadas devem propiciar o máximo possível de germinação. Tais condições, porém, não são obrigatoriamente encontradas em campo, causando discrepâncias com relação aos resultados obtidos em laboratório.

Desta forma, quando as condições de campo são favoráveis, observa-se relação consistente entre a emergência das plântulas e germinação; porém, sob condições de estresse, essa relação não se manifesta com evidência (PERRY, 1973).

* A constatação de que o teste de germinação era inadequado para estimar a emergência das plântulas em campo, sob condições adversas de ambiente, motivou o desenvolvimento de conceitos de vigor e, conseqüentemente, de novos testes para aprimorar a eficiência da avaliação da qualidade fisiológica das sementes (McDONALD, 1975).

No caso específico de ervilha, a avaliação do vigor visando a obtenção de informações mais precisas sobre o desempenho das sementes em campo é de grande importância, já que o estabelecimento dessa cultura é notadamente problemático, pois as sementes caracterizam-se pela grande sensibilidade às condições adversas de solo e clima (PERRY, 1970; PERRY, 1973 e ANDREOLI, 1980).

O vigor da semente pode ser entendido como o nível de energia de que ela dispõe para realizar as tarefas do processo germinativo (CARVALHO, 1986); seus efeitos, no desempenho da semente, manifestam-se de diferentes formas no campo e no armazenamento (GRABE, 1976).

A produção de sementes de baixo vigor está relacionada à deterioração, tanto antes da colheita quanto durante o armazenamento; na semente, como em qualquer organismo vivo, o "envelhecimento" é o resultado da soma total dos processos deteriorativos que, finalmente, levam à morte (MATTHEWS, 1985); portanto, o manejo adequado de sementes, de forma a minimizar a deterioração, requer entendimento suficiente dos mecanismos que a governam.

As causas básicas da deterioração pertencem a duas categorias: em primeiro lugar, os tecidos das sementes podem se degenerar devido ao envelhecimento; porém, a deterioração das sementes também pode ser causada pela invasão dos tecidos por microrganismos, insetos ou roedores (McGEE, 1983). Para DELOUCHE & BASKIN (1973), a sequência hipotética do processo deteriorativo envolve: a degradação de 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. Os efeitos da deterioração, conhecidos em ervilha, incluem o aumento da sensibilidade a patógenos do solo, redução da germinação a baixas temperaturas e aumento da susceptibilidade à anaerobiose (PERRY, 1970). Vale lembrar a existência de uma associação entre a predisposição à infecção por patógenos de solo e a exsudação de metabólitos da semente; este fenômeno acarreta a existência de uma base alimentar para os fungos e provoca um aumento de sua ocorrência nas proximidades da semente em germinação (MATTHEWS, 1971 e SHORT & LACY, 1976b). A intensidade dessa exsudação, por sua vez, está relacionada à degradação das membranas celulares, que ocorre em consequência do processo deteriorativo.

Das considerações feitas, percebe-se que a per

da de germinação é um indicativo importante da perda de vigor, mas é a última consequência, ou seja, o evento final (HEYDECKER, 1972). *Desta forma, o uso de testes de vigor torna-se muito útil no monitoramento da qualidade das sementes durante a produção e o processamento, pois a perda de vigor precede a perda de viabilidade (WOODSTOCK, 1973 e McDONALD, 1975). Além disso, na indústria de sementes, os lotes de baixa germinação são diretamente descartados, reforçando a importância de serem detectadas diferenças entre a qualidade dos lotes, baseando-se em alterações que se processem antes da perda de capacidade de germinação. Ainda no aspecto de controle de qualidade, a elucidação dos diversos fatores que podem afetar a qualidade fisiológica das sementes depende diretamente da eficiência dos métodos utilizados para determiná-la (MARCOS FILHO et alii, 1985).

No caso dos cultivares de ervilha utilizados para processamento industrial, onde a uniformidade das épocas e duração do florescimento e maturação são necessárias para obtenção de um produto adequado (MULLET & WILKINSON, 1979), o uso de testes capazes de detectar diferenças significativas de qualidade fisiológica entre lotes de germinação semelhante, torna-se praticamente obrigatório.

Diversos testes de vigor têm sido desenvolvidos, visando avaliar de forma mais precisa os vários aspectos que afetam o desempenho das sementes no armazenamento e no campo e dentre eles, alguns parecem ser particularmente

adequados para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha.

Os princípios básicos desses testes, bem como alguns aspectos de metodologia serão abordados em seguida.

2.2. TESTES DE VIGOR

Os testes de vigor podem ser classificados em diretos e indiretos: nos diretos são simuladas condições adversas encontradas pelas sementes no campo ou são conduzidos diretamente no campo; nos indiretos, algumas características relacionadas com o desempenho da semente no campo, são avaliadas em laboratório (ISELY, 1957). Uma outra classificação divide os testes em quatro categorias: físicos, fisiológicos, bioquímicos e de resistência. Os testes físicos estão relacionados com aspectos morfológicos ou características físicas das sementes, como tamanho, peso e densidade; testes fisiológicos procuram determinar alguma atividade fisiológica da semente, geralmente vinculada à germinação ou crescimento de plântula, cuja manifestação depende do nível de vigor; testes bioquímicos avaliam alterações bioquímicas associadas ao vigor e envolvidas na manutenção da atividade celular; finalmente, os de resistência avaliam o comportamento da semente sob determinadas condições desfavoráveis (McDONALD, 1975 e MARCOS FILHO et alii, 1987).

* Um teste de vigor é um exame das sementes, sob condições específicas de ambiente, capaz de detectar diferenças não perceptíveis no teste de germinação. Na análise de sementes, objetiva-se o desenvolvimento de métodos que possam ser executados rapidamente, sem grande aumento de custo ou trabalho, padronizáveis e relacionados com a emergência das plântulas em campo (MATTHEWS, 1981). Contudo, face aos inúmeros fatores que podem afetar o desempenho das sementes e, conseqüentemente, à dificuldade de estimar o potencial de emergência das plântulas, deve ser considerado que os testes de laboratório devem ser suficientes para, pelo menos, diferenciar lotes com potencial elevado, daqueles que apresentam potencial deficiente para o estabelecimento das plântulas em campo (MARCOS FILHO et alii, 1985).

A eficiência do teste de vigor depende, também, de sua padronização, já que os resultados obtidos devem ser reproduzíveis em diferentes laboratórios e ocasiões, para possibilitar sua inclusão na rotina de um laboratório, como ocorre com qualquer teste destinado a avaliar a qualidade de sementes (DELOUCHE, 1976). Nesse sentido, os testes indiretos são mais vantajosos, pois não incluem variáveis biológicas que não a própria semente, enquanto os fatores físicos podem, dentro de certos limites, ser controlados.

Como a deterioração de sementes, e a conseqüente queda de vigor, manifesta-se de diferentes formas, vários testes de vigor têm sido propostos, desde que um único teste

não consegue avaliar, simultaneamente, todos os aspectos de vigor que podem afetar o estabelecimento das plântulas em campo; dessa forma, nenhum teste é substituto de outro, mas complementar e, portanto, a avaliação do vigor por meio de uma bateria de testes fisiológicos e bioquímicos, adaptados para a cultura em questão e combinados com o teste de germinação, pode fornecer informações mais completas sobre a qualidade fisiológica das sementes (ISELY, 1957; WOODSTOCK, 1973 e TEKRONY & EGLI, 1977).

Através do exame de literatura, verifica-se que, no caso de sementes de ervilha, os testes de condutividade elétrica e classificação de vigor de plântulas têm possibilitado a separação dos lotes em diferentes níveis de vigor (PERRY, 1970). Entretanto, na falta de bibliografia específica para ervilha, testes conduzidos com outras leguminosas serão abordados nesta revisão de literatura, considerando que os mesmos podem servir como embasamento para execução de trabalhos dessa natureza.

O teste de condutividade elétrica, usado no Reino Unido e Nova Zelândia para estimar a emergência de plântulas de ervilha em campo (GRABE, 1976), baseia-se no fato de que, durante a deterioração, ocorre a perda de integridade das membranas, em todas as organelas que compõem a semente, resultando na exsudação de íons, açúcares e metabólitos em geral, durante a embebição (HEYDECKER, 1972; ROBERTS, 1973 e ANDERSON & BAKER, 1983).

Para todas as sementes, a integridade das membranas é incompleta durante, no mínimo, alguns minutos após a embebição; contudo, com o decorrer do tempo, essa situação se altera, com a retomada natural da sua configuração mais estável ou através da restauração por algum mecanismo enzimático, ainda não identificado perfeitamente. Em sementes mais deterioradas ou não viáveis, esses mecanismos de reparo estariam ausentes ou seriam ineficientes; ou ainda, as membranas estariam tão profundamente danificadas, que o reparo seria impossível (BEWLEY & BLACK, 1982).

O teste de condutividade elétrica tem se mostrado promissor para espécies de sementes graúdas como ervilha, feijão e soja; é de simples execução e apresenta relação com a emergência de plântulas em campo. Porém, por ser baseado na avaliação de uma amostra representativa de uma população, apresenta a desvantagem de não distinguir uma amostra contendo muitas sementes de alta qualidade e algumas mortas, de outra contendo apenas sementes de qualidade regular (HEYDECKER, 1969 e HEPBURN et alii, 1984). Para minimizar esse problema, recomenda-se a escolha das sementes, excluindo-se aquelas danificadas ou quebradas (BEDFORD, 1974; TAO, 1978 e MARCOS FILHO et alii, 1987); por outro lado, LOEFFLER et alii (1988) consideraram impraticável e subjetivo identificar visualmente as sementes danificadas ou doentes e sugeriram a realização do teste a partir de sementes fisicamen-

te puras. Neste caso, o tamanho da amostra deve ser maior, de forma a diluir os efeitos de eventuais sementes danificadas.

Considerando esses aspectos, a determinação da condutividade elétrica para avaliação do vigor pode ser realizada com o auxílio de aparelhos que avaliam individualmente as sementes; MULLET & WILKINSON (1979), realizaram avaliações individuais da condutividade de sementes de ervilha, relacionando-as com vários parâmetros de germinação e crescimento de plântulas e de plantas, obtendo resultados favoráveis no sentido de identificar lotes de melhor desempenho quanto à velocidade de emergência e crescimento inicial da plântula.

A distribuição das avaliações da condutividade elétrica também tem sido utilizada para selecionar um valor limite capaz de distinguir sementes viáveis das não viáveis e que possa ser utilizado para estimar a viabilidade de diferentes lotes de sementes. Uma pesquisa realizada por McDONALD & WILSON (1980), usando sementes de soja com diferentes níveis de danificação mecânica e envelhecidas artificialmente, mostrou que a avaliação individual da condutividade detectou, de um modo geral, todas as alterações na viabilidade das sementes, quando comparadas ao teste de germinação. Contudo, HEPBURN et alii (1984), trabalhando com sementes de ervilha e de soja, utilizando o teste de condutivida-

de elétrica em análise individual e de amostras, enfatizaram a necessidade da condução de maior número de pesquisas relacionando a condutividade individual das sementes à sua germinação, pois neste estudo ocorreu uma sobreposição da condutividade elétrica de sementes de diferentes níveis de vigor, não possibilitando uma separação eficiente.

Por outro lado, os resultados obtidos por vários pesquisadores com a avaliação da condutividade elétrica de amostras, sugerem que o teste é um indicador mais eficiente da emergência das plântulas em campo do que o teste de germinação.

BRADNOCK (1968) numa série de experimentos com ervilha, observou que a avaliação da liberação de exsudatos (açúcares ou eletrólitos) apresentou correlação negativa e altamente significativa com a emergência das plântulas em campo. BEDFORD (1974) analisou a condutividade de lotes comerciais de ervilha e de lotes colhidos manualmente e obteve diferenças marcantes entre as amostras, além de uma separação eficiente em diferentes níveis de vigor. SCOTT & CLOSE (1976), trabalharam com noventa e oito lotes de três cultivares de ervilha e chegaram a uma equação de "estimativa de emergência", composta dos resultados de três testes de laboratório, sendo um deles, o de condutividade elétrica. MARCOS FILHO et alii (1985) realizaram um estudo sobre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, verificando que as informações mais precisas sobre o comportamen

to das sementes no campo e no armazenamento, foram obtidas com o teste de condutividade elétrica. Também BARRÓS (1988), realizando um estudo comparativo entre testes para avaliação da viabilidade e vigor de sementes de soja, considerou o teste de condutividade elétrica como um dos mais eficientes na identificação de lotes com diferentes níveis de qualidade e potencial de emergência das plântulas em campo.

O teste de condutividade elétrica pode ser usado ainda para estudar a influência de outros fatores que afetam o desempenho das sementes. MATTHEWS (1971), utilizou esse teste para verificar a relação entre a quantidade de exsudatos liberados e a predisposição de sementes de ervilha à infecção por *Pythium* spp; embora o autor constataste uma associação entre a predisposição à infecção por fungos do solo e exsudação, não foram encontradas evidências que pudessem corroborar ou refutar essa hipótese. Porém, SHORT & LACY (1976) num estudo semelhante, sugeriram uma relação causal entre a quantidade de nutrientes exsudados e a germinação de esporos de fungos nas proximidades da semente, pois quando as sementes foram colocadas para germinar, após um período de embebição de 48 horas, verificaram uma redução na infecção por fungos, provavelmente devido à remoção de nutrientes, liberados na água de embebição.

HADAVIZADEH & GEORGE (1988) utilizaram a avaliação da condutividade elétrica para determinar o efeito da adubação nitrogenada e fosfatada sobre o vigor de sementes de

ervilha. Os autores verificaram que, quando as plantas foram bem supridas desses nutrientes, as sementes apresentaram baixos valores de condutividade elétrica, pois esses elementos constituintes das proteínas e fosfolipídios, garantem a integridade das membranas celulares.

Em termos de padronização, o teste de condutividade elétrica é bastante interessante. Contudo, em estudo realizado pelo Comitê de Vigor da International Seed Testing Association (AOSA), com vários lotes de ervilha, em onze laboratórios diferentes, foram observadas variações de resultados entre laboratórios, provavelmente devido a problemas de metodologia (PERRY, 1981a). De fato, vários fatores podem afetar os resultados do teste, como a escolha das sementes, o grau de umidade inicial, a qualidade da água utilizada para embebição e até mesmo o cultivar (BEDFORD, 1974 e TAO, 1978). Além disso, a temperatura da água durante a leitura da condutividade, deve ser cuidadosamente controlada, pois variações de 5°C podem influenciar significativamente os resultados (LOEFFLER et alii, 1988).

Nesse mesmo estudo, realizado pelo Comitê de Vigor já citado, foram analisados os resultados obtidos no teste de classificação de vigor de plântulas. Este pode ser considerado uma extensão do teste de germinação, pois segue exatamente a mesma metodologia, diferindo apenas nos critérios adotados para a avaliação das plântulas normais, que são classificadas em "normais fortes" e "normais fracas". O

teste baseia-se no fato de que esta classificação adicional propicia uma separação das plântulas livres de deficiências, daquelas com problemas causados pelo baixo vigor ou qualidade reduzida (AOSA, 1983).

A vantagem deste teste é não exigir equipamentos ou trabalhos adicionais aos já utilizados no teste de germinação; porém, pode apresentar certa dificuldade de padronização, já que requer a participação pessoal do analista para a classificação das plântulas, além da possível influência do ambiente na germinação (HEYDECKER, 1969 e MARCOS FILHO et alii, 1987).

De fato, PERRY (1981b) considera que o teste pode apresentar resultados variáveis, enquanto os analistas não estão familiarizados com os critérios exigidos para a classificação das plântulas, mas estes não diferem muito daqueles utilizados no teste de germinação. Além disso, a facilidade de execução do teste, podendo inclusive ser conduzido conjuntamente com o teste de germinação, justificam o seu uso.

O teste de classificação de vigor de plântulas foi proposto para determinação do vigor de sementes de soja, feijão, amendoim, algodão e ervilha (PERRY, 1970 e AOSA, 1983) e, embora as avaliações possam ser consideradas subjetivas, pode fornecer informações importantes sobre o vigor relativo de lotes de sementes (GRABE, 1976). Apesar disso, o número de trabalhos explorando esse método ainda é reduzido (AOSA, 1983).

PERRY (1970), realizou testes de emergência de plântulas em campo, condutividade elétrica e classificação de vigor de plântulas, com sementes de ervilha; observou que, quando correlacionou individualmente os resultados de emergência de plântulas com os de classificação de vigor, os coeficientes de correlação, na maioria dos tratamentos, foram superiores aos da condutividade elétrica. YAKLICH & KULIK (1979), avaliaram a eficiência dos testes de germinação, tetrazólio, classificação de vigor e crescimento de plântulas, para estimar o potencial de emergência de plântulas em campo, com sementes de soja; para tanto, elaboraram equações compostas pelos resultados de três testes de laboratório e destacaram, entre as equações que melhor se correlacionaram com a emergência das plântulas em campo, a que incluía o teste de classificação de vigor de plântulas. SHIEH & McDONALD (1982), num estudo sobre o efeito do tamanho sobre a qualidade de sementes de milho, utilizaram os testes de germinação, de frio, classificação de vigor de plântulas e emergência de plântulas em campo; os autores verificaram tendências semelhantes dos testes de laboratório, na separação das sementes em diferentes níveis de qualidade.

O teste de primeira contagem de germinação também pode ser considerado uma variação do teste de germinação. Consiste do registro da porcentagem das plântulas normais constatada na data estabelecida pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1980) para a primeira contagem do teste. Sa-

be-se que, no processo de deterioração, a velocidade de germinação decai antes da porcentagem de germinação e; portanto, as amostras que germinam mais rapidamente, apresentando valores mais elevados de germinação na primeira contagem, podem ser consideradas mais vigorosas que aquelas de germinação mais lenta (HEYDECKER, 1972; MACKAY, 1972 e MATTHEWS, 1985).

As principais vantagens do teste de primeira contagem de germinação compreendem a simplicidade de execução e a rapidez na obtenção dos resultados, mas apresenta baixa sensibilidade, não sendo capaz de detectar pequenas diferenças de vigor entre os lotes; além disso, esse teste é criticado porque variáveis como a temperatura do ambiente e umidade do substrato, exercem grande influência na velocidade de germinação das sementes. Em termos de padronização, o teste apresenta a desvantagem de requerer a avaliação pessoal do analista para determinar, o mais cedo possível, quando a semente está germinada (McDONALD, 1975).

Entretanto, considerando as dificuldades existentes para 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 reúnam as maiores possibilidades de apresentar um melhor desempenho (CLARK et alii, 1980 e MARCOS FILHO et alii, 1984). Neste aspecto, a utilização do teste de primeira contagem de germinação, representa uma avaliação adicional do vigor de sementes, consi

derada como um indicativo do potencial de emergência de plântulas em campo, principalmente quando combinadas com outros testes.

TEKRONY & EGLI (1977), utilizaram o teste de primeira contagem de germinação como componente de um índice de vigor, avaliado pela combinação de diferentes testes, em sementes de soja; obtiveram, para esse teste, resultados tão consonantes com a emergência das plântulas em campo, que sugeriram sua utilização para estimativa do potencial relativo de emergência de plântulas, se apenas um teste adicional for adotado. EGLI et alii (1979), avaliaram a eficiência dos testes de envelhecimento artificial e primeira contagem de germinação para detectar diferenças na qualidade fisiológica de sementes de soja, durante o armazenamento; embora o teste de envelhecimento tenha sido mais sensível, detectando diferenças de vigor a partir do quarto mês de armazenamento, o teste de primeira contagem apresentou relação mais consistente com a emergência de plântulas em campo.

MARCOS FILHO et alii (1984), também trabalhando com sementes de soja, analisaram a relação entre vários testes para a avaliação do vigor de sementes e a emergência das plântulas em campo; consideraram os testes de germinação, primeira contagem e velocidade de germinação, os mais eficientes para identificar diferenças entre o potencial de emergência das plântulas. Da mesma forma, MOTTA (1986), realizando um estudo comparativo entre testes de vigor com a emergência

das plântulas em campo, com sementes de soja, obteve correlação significativa entre os resultados da primeira contagem de germinação e a emergência em campo. Embora vários trabalhos realizados com soja apontem a primeira contagem de germinação como um indicativo do vigor das sementes, a utilidade desse teste para sementes de ervilha é pouco estudada, evidenciando a necessidade de maior número de pesquisas sobre o assunto.

Outras informações, além do desempenho da semente em campo, são de grande importância para a manutenção do vigor nas diferentes etapas do processo de produção, desde a instalação dos campos até a comercialização. Assim como o decréscimo na velocidade de germinação, a perda do potencial de armazenamento é consequência específica da deterioração das sementes (DELOUCHE & BASKIN, 1973). Portanto, a avaliação da longevidade de um lote de sementes é importante para a seleção de lotes a serem destinados ao armazenamento, com menores riscos de perda da capacidade de germinação. Dessa forma, o teste de envelhecimento artificial foi desenvolvido, inicialmente, como um método para estimar o potencial de armazenamento; no entanto, pode ser usado para classificar lotes segundo sua capacidade de estabelecimento em campo (GRABE, 1976).

No teste de envelhecimento artificial, a velocidade dos processos deteriorativos é acelerada, expondo-se as sementes a níveis elevados de temperatura e umidade rela-

lativa do ar; para tanto, as sementes são mantidas a temperaturas de 40-45°C e umidade relativa de, aproximadamente, 100%, por períodos de tempo variáveis em função da espécie e, em seguida, submetidas ao teste de germinação. A porcentagem de germinação obtida pode estar relacionada com o desempenho do lote no armazenamento ou em campo, pois o teste baseia-se no fato de sementes menos vigorosas perderem sua capacidade de germinação mais rapidamente após o envelhecimento artificial (McDONALD, 1975 e AOSA, 1983).

Inicialmente o teste era conduzido em equipamento desenvolvido especificamente para esse fim, consistindo de uma câmara hermética acoplada a uma resistência elétrica, permanentemente imersa em água e que provia as condições de umidade e temperatura desejadas. Contudo, foram observadas variações significativas nos resultados porque as variações de temperatura causavam problemas como condensação de água na parede superior da câmara, desenvolvimento de fungos, além de variações nos níveis de umidade em diferentes pontos do interior da câmara (DELOUCHE & BASKIN, 1973).

Foi proposta, então, uma modificação do método onde as amostras eram colocadas, individualmente, em cestinhas de arame entrelaçado, dentro de um recipiente hermético contendo água em seu interior e daí levadas para a câmara de envelhecimento (BASKIN, 1981). Embora essa alternativa contribuisse para uma melhor padronização do método, o

próprio uso da câmara especial constituía uma desvantagem, pois representava a necessidade de um equipamento adicional, limitando o uso do teste. Assim, McDONALD & PHANEENDRANATH (1978) propuseram uma variação, descrita pela AOSA (1983), que consta da utilização de caixas plásticas ("gerbox"), possuindo em seu interior uma bandeja de tela, onde as sementes são colocadas em camada simples; a água é adicionada no fundo dos "gerbox", que são levados a um germinador ou incubadora, onde permanecem sob temperatura e período de tempo especificados. Dessa forma, os "gerbox" funcionam como compartimentos individuais, ou mini-câmaras, permitindo um maior grau de padronização (MARCOS FILHO et alii, 1987), além de dispensar o uso de equipamento adicional.

A padronização de um teste envolve a identificação de todas as variáveis que influenciam significativamente os resultados e a incorporação de práticas adequadas de controle; neste teste, as variáveis básicas são temperatura e umidade relativa do ar, período de duração do teste e a qualidade da semente a ser avaliada. Contudo, outras variáveis podem afetar consideravelmente os resultados, tais como o grau de umidade inicial das sementes, condições de germinação após o envelhecimento, tratamento das sementes e os critérios utilizados na avaliação das plântulas. Porém, o teste aparentemente não apresenta nenhuma variável que não possa ser controlada e, portanto, parece possível atingir um

algo grau de padronização e uniformidade de resultados.

Considerando o grande número de fatores relacionados à confiabilidade dos resultados, alguns cuidados devem ser observados durante a execução do teste de envelhecimento artificial: o grau de umidade das sementes deve ser uniformizado antes do início do teste, pois sabe-se que, em sementes mais úmidas, a atividade metabólica é intensificada sob temperaturas elevadas e, portanto, essas sementes são mais afetadas; a temperatura deve ser constantemente verificada, bem como deve-se optar por metodologias já aprimoradas para obtenção de condições menos variáveis; a duração do teste, ou seja, o período de exposição das sementes às condições de estresse, ainda não está completamente estabelecido para todas as espécies, mas devem-se evitar condições muito drásticas, que possam impedir a detecção de diferenças significativas de qualidade entre as amostras; sementes que receberam tratamento fungicida parecem ser menos afetadas pelo teste que as não tratadas e, portanto, para uma separação mais eficiente, todos os lotes devem ser uniformemente tratados, ou não tratados (DELOUCHE & RASKIN, 1973; DELOUCHE, 1976; POPINIGIS, 1986 e MARCOS FILHO et alii, 1987). TOMES et alii (1988) verificaram, ainda, que o tamanho das amostras, a abertura de câmara durante a execução do teste e o número de amostras testadas, são fatores capazes de causar variações nos resultados.

O teste de envelhecimento artificial é importante no estudo do processo de deterioração das sementes, além de seu valor prático na avaliação do vigor, detectando diferenças de qualidade ou de estádios de deterioração, entre lotes de germinação semelhante (HEYDECKER, 1972 e MAGUIRE, 1977). Esse teste tem sido utilizado na avaliação do vigor de diversas espécies. DELOUCHE & BASKIN (1973), submeteram vários lotes de milho, melão, sorgo e cebola, a diferentes condições de envelhecimento artificial e obtiveram porcentagens de germinação semelhantes às aquelas apresentadas pelos lotes após determinados períodos de armazenamento. JOHNSON & WAX (1978), relacionaram vários testes de laboratório com o desempenho das sementes de soja em campo e observaram correlação dos resultados do teste de envelhecimento artificial com a emergência das plântulas em campo; os autores consideraram esse teste adequado para estimar o potencial de emergência em campo dos lotes, mas não conseguiram explicar a falta de correlação dos resultados do envelhecimento artificial com a emergência das plântulas em campo, no segundo ano de estudos.

EGLI et alii (1979), avaliaram as relações entre testes de vigor e o potencial de armazenamento de lotes de sementes de soja; dos testes utilizados, o envelhecimento artificial foi o mais sensível para detectar diferenças de qualidade entre os lotes, em função do estágio de deterioração das sementes. CLARK et alii (1980), avaliaram a qualidade fisiológica de vinte e quatro lotes de sementes de so

ja, durante três anos, através de testes de laboratório e de campo. A comparação das informações obtidas nesses testes revelaram a superioridade do envelhecimento artificial para estimar o potencial relativo de emergência de plântulas em campo. Também KULIK & YAKLICH (1982), trabalhando com sementes de soja, estudaram a eficiência de diferentes testes de vigor para estimar a emergência de plântulas em campo e observaram que, dos testes utilizados, somente o envelhecimento artificial identificou corretamente os dois melhores e os dois piores lotes, em termos de emergência de plântulas em campo, durante todo o período experimental.

A bibliografia consultada revela a eficiência de diferentes testes na avaliação da qualidade fisiológica de sementes, em termos de potencial de armazenamento e emergência de plântulas em campo; porém, nota-se a necessidade de intensificação das pesquisas visando a obtenção de informações sobre a utilização desses testes no estudo do vigor de sementes de ervilha.

1. 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", Universidade de São Paulo, em Piracicaba. O período experimental teve início em abril de 1988, se estendendo até dezembro desse mesmo ano, com as avaliações sendo realizadas em intervalos aproximadamente bimestrais.

3.1. SEMENTES E CULTIVARES

Para a realização da pesquisa foram utilizadas sementes de ervilha cedidas pela empresa "Asgrow do Brasil Sementes Ltda." e produzidas no Estado de São Paulo, durante o ano de 1987. Trabalhou-se com os cultivares Majestic e Caprice, representados por 6 lotes cada um, perfazendo um total de 12 lotes.

Após a recepção, em abril de 1988, os lotes foram homogeneizados, usando-se divisor de solos, e tratados

com fungicida (PCNB 75% i.a., na dosagem de 300 g do produto comercial para 100 kg de sementes). Após o tratamento, o material pertencente a cada lote foi dividido, também em divisor de solo, obtendo-se quatro subdivisões para cada lote, colocadas individualmente em embalagens permeáveis (sacos de papel), que constituíram as repetições.

As sementes foram armazenadas, durante o período experimental, em condições normais de ambiente do laboratório, com registro diário da temperatura e umidade relativa do ar, através de termohigrógrafo; os dados obtidos encontram-se na Tabela 1.

3.2. TESTES DE LABORATÓRIO

As avaliações foram realizadas em intervalos aproximadamente bimestrais a nível de laboratório; além da determinação do grau de umidade das sementes, foram efetuados os seguintes testes: germinação, condutividade elétrica, classificação de vigor de plântulas, primeira contagem de germinação e envelhecimento artificial. Paralelamente, nas mesmas épocas, foi realizada a avaliação da emergência das plântulas em campo.

As épocas de avaliação foram denominadas no presente trabalho de E₁: abril/maio; E₂: junho/julho; E₃: agosto; E₄: setembro/outubro; E₅: novembro/dezembro de 1988.

Tabela 1. Temperatura (média, máxima e mínima) e umidade relativa média, por decêndio, durante o armazenamento dos lotes de sementes de ervilha cv. Caprice e Majestic. Piracicaba, 1988.

Mês	Decêndio	Temperatura (°C)			Umidade relativa (%)
		Média	Máxima	Mínima	
Abril	01 a 10	23,8	25,4	21,8	69,6
	11 a 20	21,8	22,7	20,7	79,9
	21 a 30	22,9	23,5	21,5	75,7
Maio	01 a 10	20,4	22,4	18,8	73,4
	11 a 20	20,7	22,6	18,5	74,8
	21 a 31	18,2	19,4	17,0	79,8
Junho	01 a 10	15,3	17,3	12,3	71,3
	11 a 20	16,3	17,6	14,3	67,9
	21 a 30	19,0	21,2	16,3	68,2
Julho	01 a 10	18,8	20,8	16,1	61,3
	11 a 20	14,3	16,6	11,2	62,1
	21 a 31	15,8	17,9	11,7	60,3
Agosto	01 a 30	19,0	21,1	15,7	55,3
	11 a 20	19,4	21,8	16,2	58,1
	21 a 31	25,5	26,4	18,7	49,6
Setembro	01 a 10	22,4	25,4	20,1	54,0
	11 a 20	22,6	25,2	20,0	53,4
	21 a 30	26,7	29,5	23,5	54,7
Outubro	01 a 10	25,4	27,5	20,6	62,0
	11 a 20	22,4	24,0	20,5	70,2
	21 a 31	21,8	23,0	20,4	82,7
Novembro	01 a 10	22,4	24,2	19,8	67,6
	11 a 20	25,8	27,2	23,9	70,3
	21 a 30	24,5	26,3	22,1	68,1
Dezembro	01 a 10	25,7	26,6	23,3	64,0
	11 a 20	27,4	28,5	25,3	67,5
	21 a 31	24,6	25,3	23,4	81,6

3.2.1. Grau de umidade das sementes

Determinado em estufa, a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1980). Utilizaram-se quatro amostras por lote, uma para cada repetição, e os resultados foram expressos em porcentagem média por lote.

3.2.2. Germinação

Realizado com 200 sementes (4 amostras de 50 sementes) para cada lote, semeadas em rolos de papel toalha Germitest e colocadas para germinar em aparelho regulado para manter constante a temperatura de 20°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 5 e 8 dias após a semeadura e, as avaliações, efetuadas segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M. A., 1980); computaram-se as porcentagens de plântulas normais para cada amostra, obtendo-se dados médios por lote.

3.2.3. Condutividade elétrica

Para essa avaliação, adotou-se a metodologia recomendada pelo Comitê de Vigor da ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (1983).

Foram utilizadas quatro amostras de 25 sementes para cada lote, previamente escolhidas com remoção das danificadas, e pesadas com precisão de 0,01g. As sementes foram colocadas em copos plásticos contendo 75 ml de água destilada e permaneceram em germinador regulado a temperatura constante de 20°C, durante 24 horas.

Decorrido esse período, a condutividade elétrica da solução foi determinada através de condutivímetro e os valores médios obtidos para cada lote foram expressos em μ mhos por grama de sementes.

3.2.4. Classificação de vigor de plântulas

A metodologia adotada para essa avaliação, foi a recomendada pelo Comitê de Vigor da ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (1983) e descrita por MARCOS FILHO et alii (1987).

Seguiu-se o procedimento descrito em 3.2.2., mas classificando-se as plântulas em "normais fortes" e "normais fracas"; na data prevista para a primeira contagem foram removidas todas as plântulas que se apresentaram desenvolvidas e morfologicamente perfeitas, sem rachaduras ou lesões, computadas como "normais fortes". Na contagem final, todas as plântulas normais remanescentes foram classificadas como "fortes" ou "fracas", sendo estas as que apresentaram qualquer problema referente à sua estrutura ou lesões que não caracterizassem anormalidade da plântula (Figuras 1 e 2).

Figura 1. Teste de classificação de vigor - avaliação das plântulas: normais fortes (metade superior) e normais fracas (metade inferior).

Figura 2. Teste de classificação de vigor - detalhe das plântulas: normal forte (direita) e normal fraca (esquerda).

Os resultados foram expressos em termos de porcentagem média de plântulas "normais fortes" por lote.

3.2.5. Primeira contagem de germinação

Realizado conjuntamente com o teste de germinação, consistiu do registro das porcentagens de plântulas normais verificadas na primeira contagem do teste de germinação, feita no quinto dia após a semeadura.

3.2.6. Envelhecimento artificial

A metodologia adotada para essa avaliação foi a recomendada pelo Comitê de Vigor da ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (1983) e descrita por MARCOS FILHO et alii (1987).

Utilizaram-se 200 sementes por lote, em quatro amostras de 50 sementes, distribuídas sobre uma bandeja de tela de alumínio, fixada no interior de uma caixa plástica tipo "gerbox", adaptado como compartimento individual (mini-câmara). No interior dessa mini-câmara foram colocados 40 ml de água e em seguida, os gerbox adaptados foram levados a uma incubadora regulada à temperatura constante de 42°C, onde permaneceram por 48 horas. Decorrido este período, as sementes foram colocadas para germinar, seguindo a metodologia descrita em 3.2.2.

A avaliação das plântulas foi realizada cinco dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais por amostra e obtendo-se dados médios para cada lote.

3.3. TESTE DE CAMPO

3.3.1. Emergência das plântulas em campo

A avaliação da emergência das plântulas em campo, foi realizada com quatro amostras de 100 sementes por lote. A densidade de semeadura foi de 20 sementes/m linear e, à profundidade de 0,05 m. O espaçamento entre sulcos foi de aproximadamente 0,20 m e a semeadura sempre realizada em solo considerado suficientemente úmido.

As contagens foram efetuadas aproximadamente aos 15 dias após o início da emergência, determinando-se as porcentagens de plântulas emersas; computaram-se as plantas que apresentavam, no mínimo, quatro folhas.

As datas de semeadura foram, respectivamente, as seguintes: E₁: 05/05/88; E₂: 28/06/88; E₃: 17/08/88; E₄: 05/10/88; E₅: 24/11/88. Os dados de temperatura e precipitação pluvial referentes a essas épocas encontram-se nas Tabelas e a 6; foram realizadas irrigações quando necessário.

Tabela 2. Temperaturas (média, máxima e mínima) e precipitação pluvial diárias, durante a primeira época de semeadura dos lotes dos cv. Caprice e Majestic. Piracicaba, 1988.

Data	Temperatura (°C)			Precipitação (mm/alt)
	Média	Máxima	Mínima	
01/05	20,5	28,6	12,4	0,0
02/05	21,3	29,2	13,4	11,4
03/05	23,2	30,6	15,8	0,0
04/05	22,6	29,0	16,2	13,5
05/05*	19,7	23,6	15,8	0,9
06/05	19,3	24,9	13,8	0,0
07/05	21,8	29,3	14,4	0,0
08/05	21,1	27,4	14,9	0,0
09/05	22,6	28,8	16,4	0,0
10/05	17,9	25,0	10,8	0,0
11/05	19,3	27,4	11,2	0,0
12/05	20,3	28,6	12,0	8,9
13/05	21,7	29,4	14,0	0,0
14/05	21,6	28,2	15,0	0,0
15/05	21,6	28,0	15,2	0,0
16/05	22,5	30,4	14,6	0,0
17/05	18,7	21,6	15,8	31,1
18/05	19,6	25,4	13,8	0,0
19/05	21,5	28,2	14,8	0,0
20/05**	21,5	28,0	15,0	0,0

* Data da semeadura

** Data da contagem

Tabela 3. Temperatura (média, máxima e mínima) e precipitação pluvial diárias, durante a segunda época de semeadura dos lotes dos cv. Caprice e Majestic. Piracicaba, 1988.

Data	Temperatura (°C)			Precipitação (mm/alt)
	Média	Máxima	Mínima	
24/06	18,3	25,0	11,6	0,5
25/06	15,6	19,0	12,2	0,0
26/06	15,4	20,9	10,0	0,0
27/06	17,3	25,8	8,8	0,0
28/06*	18,8	27,8	9,8	0,0
29/06	21,2	28,1	14,4	0,0
30/06	20,2	28,2	12,3	0,0
01/07	18,0	26,4	9,6	0,0
02/07	17,2	26,8	7,6	0,0
03/07	17,8	27,8	7,8	0,0
04/07	18,6	27,4	9,8	0,0
05/07	19,1	28,4	9,9	0,0
06/07	17,8	24,9	10,8	0,0
07/07	18,8	27,8	9,9	0,0
08/07	16,8	23,3	10,4	0,0
09/07	17,6	23,9	11,4	0,0
10/07	17,9	24,2	11,6	0,0
11/07	16,0	22,2	9,8	0,0
12/07	12,7	15,2	10,2	0,0
13/07**	10,1	17,4	2,8	0,0

* Data da semeadura

** Data da contagem

Tabela 4. Temperatura (média, máxima e mínima) e precipitação pluvial diárias, durante a terceira época de semeadura dos lotes dos cv. Caprice e Majestic. Piracicaba, 1988.

Data	Temperatura (°C)			Precipitação (mm/alt)
	Média	Máxima	Mínima	
13/08	17,0	26,4	7,6	0,0
14/08	17,2	26,8	7,6	0,0
15/08	18,3	28,2	8,4	0,0
16/08	19,1	29,0	9,2	0,0
17/08*	19,4	27,6	11,4	0,0
18/08	19,2	27,2	11,2	0,0
19/08	18,9	28,8	9,0	0,0
20/08	19,9	30,2	9,6	0,0
21/08	20,1	30,2	10,0	0,0
22/08	20,6	29,4	11,8	0,0
23/08	20,8	32,2	9,4	0,0
24/08	20,5	31,2	9,9	0,0
25/08	22,6	32,6	12,6	0,0
26/08	20,8	29,8	11,8	0,0
27/08	22,1	32,2	12,0	0,0
28/08	23,0	34,0	12,0	0,0
29/08	23,2	33,2	13,2	0,0
30/08	22,9	32,8	13,0	0,0
31/08	22,4	32,2	12,6	0,0
01/09**	23,0	33,4	12,6	0,0

* Data da semeadura

** Data da contagem

Tabela 5. Temperatura (média, máxima e mínima) e precipitação pluvial diárias, durante a quarta época de semeadura dos lotes dos cv. Caprice e Majestic. Piracicaba, 1988.

Data	Temperatura (°C)			Precipitação (mm/alt)
	Média	Máxima	Mínima	
01/10	23,3	32,6	14,0	0,0
02/10	25,2	35,0	15,4	0,2
03/10	26,2	34,6	17,9	0,0
04/10	26,1	34,0	18,2	0,0
05/10*	23,3	30,6	16,0	2,7
06/10	23,3	29,8	16,9	0,0
07/10	23,0	30,9	15,2	0,0
08/10	22,7	32,6	12,9	0,0
09/10	23,6	32,9	14,4	0,0
10/10	21,3	27,0	15,6	0,0
11/10	21,5	28,2	15,6	1,9
12/10	18,8	21,4	16,2	41,2
13/10	19,6	26,6	12,6	1,7
14/10	20,2	27,6	12,9	0,0
15/10	21,1	30,4	11,9	0,0
16/10	21,8	30,0	13,6	0,0
17/10	20,2	25,4	15,0	0,0
18/10	22,1	30,4	13,9	0,0
19/10	24,3	33,8	14,8	47,9
20/10**	21,0	25,4	16,6	1,9

* Data da semeadura

** Data da contagem

Tabela 6. Temperatura (média, máxima e mínima) e precipitação pluvial diárias, durante a quinta época de semeadura dos lotes dos cv. Caprice e Majestic. Piracicaba, 1988.

Data	Temperatura (°C)			Precipitação (mm/alt)
	Média	Máxima	Mínima	
20/11	22,1	25,4	18,8	4,5
21/11	23,6	28,0	19,2	3,2
22/11	25,0	30,2	19,8	9,4
23/11	25,0	29,8	20,2	0,0
24/11*	22,0	28,6	15,4	0,0
25/11	21,7	29,8	13,6	0,0
26/11	23,0	31,6	14,4	7,1
27/11	22,3	29,6	15,0	0,0
28/11	20,1	25,2	15,0	0,0
29/11	20,2	27,8	12,6	0,0
30/11	20,4	30,4	12,4	0,0
01/12	19,6	24,9	14,4	1,1
02/12	22,3	28,0	16,6	0,0
03/12	21,5	28,4	14,6	0,0
04/12	23,0	31,4	14,6	0,0
05/12	24,0	32,5	15,6	0,0
06/12	23,0	31,0	15,1	0,0
07/12	22,9	32,0	13,8	0,0
08/12	23,9	33,2	14,6	0,0
09/12**	23,7	32,8	14,6	0,0

* Data da semeadura

** Data da contagem

3.4. PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

Os dados obtidos nos testes de germinação, primeira contagem de germinação, classificação de vigor de plântulas e da emergência das plântulas em campo, foram transformados em $\arcsen \sqrt{\%/100}$, enquanto os referentes à condutividade elétrica não foram transformados.

Os dados correspondentes à determinação do grau de umidade das sementes não foram analisados estatisticamente.

A análise de variância foi realizada separadamente para cada cultivar e teste, segundo delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial com quatro repetições. O esquema utilizado para análise de variância é apresentado na Tabela 7.

Tabela 7. Esquema da análise de variância para cada cultivar, com os dados obtidos nos testes de laboratório e de campo. Piracicaba, 1988.

Causas da variação	Graus de liberdade
Lotes	5
Épocas	4
Lotes x Épocas	20
Resíduo	90
Total	119

Nos casos em que a interação Lotes x Épocas foi significativa, foi realizado o desdobramento dos graus de liberdade para verificar os efeitos de Lotes dentro de Épocas e de Épocas dentro de Lote.

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; a significância dos valores de r foi determinada pelo teste t , aos níveis de 5% e 1% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com objetivo de permitir maior clareza na exposição, reduzindo-se a probabilidade de abordagens repetitivas, os resultados e a discussão foram reunidos em um só capítulo, sendo que, para cada cultivar, foram examinadas as principais tendências de variação dos dados obtidos nos diferentes testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

Embora os dados obtidos nos testes de germinação, primeira contagem de germinação, classificação de vigor de plântulas, envelhecimento artificial e emergência de 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 interpretação dos parâmetros avaliados.

4.1. CULTIVAR MAJESTIC

Examinando-se os valores de F obtidos nas análises de variância (Tabela 8), verifica-se que ocorreram efei-

Tabela 8. Valores de F obtidos nas análises de variância dos dados referentes aos testes realizados durante o período experimental, para os lotes do cultivar Majestic. Piracicaba, 1988.

Testes	Lotes	Épocas	Lotes x Épocas
Germinação	29,39**	6,45**	2,28*
Primeira contagem	23,06**	74,10**	4,26**
Classificação de vigor de plântulas	21,55**	150,47**	1,96*
Envelhecimento artificial	93,52**	27,73**	4,08**
Condutividade elétrica	100,22**	24,74**	1,14
Emergência em campo	18,00**	115,68**	0,99

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

tos significativos de Lotes, de Épocas e da interação Lotes x Épocas para praticamente todos os parâmetros avaliados, com exceção das interações Lotes x Épocas, referentes aos testes de condutividade elétrica e emergência das plântulas em campo.

Examinando-se as médias apresentadas na Tabela 9, observa-se que houve uma separação dos lotes em diferentes níveis de germinação, caracterizando o lote 6 como de qualidade fisiológica inferior, em todas as épocas de avaliação; em contrapartida, o lote 1 apresentou o melhor desempenho geral, traduzido pelas porcentagens de germinação obtidas. A separação dos demais lotes não foi consistente ao longo do período experimental, pois os mesmos apresentaram comportamentos variáveis nas diferentes épocas de avaliação; contudo, foi observada uma tendência do lote 5 situar-se em nível de qualidade inferior aos demais, juntamente com o lote 6, notadamente a partir da terceira época de avaliação (E_3). Com relação aos efeitos de épocas, observou-se que, a partir de E_3 , ocorreram reduções significativas nos valores médios obtidos para os lotes 3, 4 e 5, enquanto os lotes 1, 2 e 6 não apresentaram diferenças significativas entre as porcentagens de germinação obtidas nas cinco épocas estudadas.

Os resultados obtidos com o teste de primeira contagem de germinação (Tabela 10), confirmaram a tendência de superioridade do lote 1, bem como a baixa qualidade do lote 6, com exceção da quinta época de avaliação, quando o lo-

Tabela 9. Germinação: valores médios (%) obtidos para os efeitos de Lotes, Épocas e Lotes x Épocas, para o cultivar Majestic, em cinco épocas de avaliação. Piracicaba, 1988.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	94 Aa	90 Aa	96 Aa	89 Aa	89 ABa	92 A
2	83 BCa	90 Aa	84 Ba	89 Aa	89 Aa	87 B
3	91 ABa	91 Aa	90 ABab	83 ABab	80 ABCb	87 B
4	91 ABa	88 Aab	86 Bab	86 ABab	78 ABCb	86 B
5	93 ABa	88 Aab	82 BCbc	78 ABbc	77 BCc	84 B
6	70 Ca	72 Ba	68 Ca	74 Ba	69 Ca	71 C
Médias	88 a	87 ab	85 abc	83 bc	81 c	
C.V. %	6,65					

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

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

Tabela 10. Primeira contagem de germinação: valores médios (%) obtidos para os efeitos de Lotes, Épocas e Lotes x Épocas, para o cultivar Majestic, em cinco épocas de avaliação. Piracicaba, 1988.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	92 Aa	80 Ab	91 Aa	74 Abc	64 Ac	81 A
2	83 ABa	78 Aa	79 Ba	78 Aa	63 Ab	76 AB
3	87 ABa	74 ABb	85 ABab	59 Bc	53 Ac	72 BC
4	88 ABa	73 ABb	79 Bab	68 ABb	34 Bc	69 C
5	79 BCa	68 ABab	74 BCa	59 Bb	56 Ab	68 CD
6	69 Ca	61 Ba	62 Ca	59 Ba	56 Aa	61 D
Médias	84 a	79 b	72 c	66 d	54 e	
C.V. %	7,18					

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

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

te 4 teve o pior desempenho; também o lote 5 foi caracterizado como de baixa qualidade fisiológica, principalmente nas quatro primeiras épocas de avaliação, confirmando as observações efetuadas nos testes de germinação. De uma maneira generalizada, pode-se dizer que o teste de primeira contagem mostrou maior sensibilidade na separação dos lotes em diferentes níveis de vigor que o teste de germinação, embora na quinta época de avaliação essas diferenças não fossem tão nítidas, pois apenas o lote 4 diferiu estatisticamente dos demais.

Ainda com base nos dados constantes da Tabela 10, pode-se verificar a queda de vigor com o decorrer do período de armazenamento; a partir da quarta época de avaliação ocorreram reduções significativas nos valores médios obtidos para os lotes 1, 3, 4 e 5, enquanto o lote 2 apresentou esse comportamento apenas em E_5 . Por outro lado, não foram detectadas diferenças significativas nos valores de germinação do lote 6, durante o período experimental. A análise de correlação (Tabela 16) por sua vez, permitiu verificar que os dados do teste de germinação correlacionaram-se positivamente e significativamente com os da primeira contagem de germinação, revelando uma mesma propensão desses dois testes quanto à tendência de variação dos valores médios referentes aos efeitos de lotes, embora a primeira contagem de germinação mostrasse maior sensibilidade para detecção de diferenças de vigor. Resultados semelhantes foram obtidos

por EGIL et alii (1979), quando estudaram o comportamento de lotes de sementes de soja durante armazenamento, observando que, apesar da estreita relação entre os dados de germinação e primeira contagem, este último forneceu informações mais consistentes sobre a qualidade fisiológica das sementes.

A análise dos resultados obtidos no teste de classificação de vigor de plântulas (Tabela 11), revelaram eficiência no sentido de identificar os lotes 1 e 6 como os de melhor e pior desempenho, respectivamente; contudo, na quarta época de avaliação, não foram detectadas diferenças significativas de qualidade entre os lotes. Ainda que a separação dos demais lotes não tenha sido consistente ao longo do período experimental, pode-se verificar que os lotes 3 e 5 mostraram-se inferiores aos lotes 1, 2 e 4, notadamente em E_5 . Com referência às épocas de avaliação, observa-se que, a partir de E_2 , para o lote 6, e de E_4 , para os demais lotes, ocorreram reduções significativas no vigor das plântulas, em função do avanço do processo de deterioração das sementes. O fato da queda de vigor do lote 6 ser perceptível anteriormente à verificada para os demais lotes, permite confirmar sua qualidade inferior; sabe-se que a queda de vigor num lote de sementes pode ser traduzida graficamente através de uma curva onde ocorre inicialmente um lento e prolongado declínio da quantidade de sementes germináveis. Após essa fase inicial, ocorre uma redução abrupta da germinação, seguida de um período final, onde os últimos indivíduos perdem

Tabela 11. Classificação de vigor de plântulas: valores médios (%) obtidos para os efeitos de Lotes, Épocas e Lotes x Épocas, para o cultivar Majestic, em cinco épocas de avaliação. Piracicaba, 1988.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	88 Aa	77 Aa	81 Aa	49 Ab	62 Ab	72 A
2	79 ABa	74 Aa	70 ABa	47 Ab	42 Bb	63 B
3	78 ABa	69 ABa	70 ABa	37 Ab	27 Cb	58 BC
4	78 ABa	69 ABa	70 ABa	41 Ab	31 BCb	57 BCD
5	77 ABa	65 ABa	64 BCa	38 Ab	34 BCb	56 CD
6	68 Ba	60 Bab	53 Cbc	44 Acd	33 BCd	51 D
Médias	78 a	69 b	68 b	43 c	38 c	
C.V. %	8,29					

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

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

a capacidade de germinar. As diferenças importantes de vigor ocorrem entre sementes que se encontram em diferentes estádios de deterioração, na fase inicial da curva (MATTHEWS, 1981). Nesse caso, podemos dizer que o lote 6 e o lote 1 se encontram em pontos diferentes da curva de deterioração e, portanto, a redução da germinação e do vigor das sementes deve manifestar-se anteriormente no lote 6, em relação ao lote 1, fato detectado pelo teste de classificação de vigor de plântulas.

A análise da Tabela 16 revela que os dados obtidos na classificação de vigor de plântulas correlacionaram-se positiva e significativamente com a germinação e, principalmente, com a primeira contagem de germinação; tal fato porém, já havia sido evidenciado pelo teste de Tukey, ao revelar as mesmas tendências dos três testes quanto à separação dos lotes em diferentes níveis de qualidade fisiológica.

Os resultados obtidos com o teste de condutividade elétrica (Tabela 12) revelam que, a partir da quarta época de avaliação, ocorreram aumentos significativos da conductividade, em função do progresso do processo de deterioração, como havia sido também detectado pelo teste de classificação de vigor de plântulas. A separação dos lotes em diferentes níveis de vigor apontou os lotes 1, 5 e 4 como superiores; porém, deve-se destacar a diversidade das informações proporcionadas por esse teste, em relação aos anteriores, que classificaram o lote 5 como um dos menos vigorosos.

Tabela 12. Condutividade elétrica: valores médios ($\mu\text{mhos/g}$) obtidos para os efeitos de Lotes, Épocas e Lotes $\times$ Épocas, para o cultivar Majestic, em cinco épocas de avaliação. Piracicaba, 1988.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	64,26	62,14	64,92	70,60	80,56	68,49 A
2	80,77	78,95	81,08	86,11	103,01	85,98 B
3	105,33	116,81	120,94	141,87	144,16	125,84 C
4	64,94	62,99	71,44	90,22	93,75	76,67 AB
5	65,56	63,02	62,10	83,21	80,81	70,94 A
6	98,54	121,68	116,51	137,21	138,57	122,50 C
Médias	79,90 a	84,28 a	86,16 a	101,54 b	106,81 b	
C.V. %	12,59					

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

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

Segundo PERRY (1972), é possível um lote de sementes destacar-se pelo seu elevado vigor em determinada condição de estresse, ou aspecto avaliado, e apresentar outro tipo de resposta em condição diferente. Contudo, os resultados da condutividade elétrica, embora correlacionando-se significativamente com os demais testes de laboratório e campo, apresentaram coeficientes relativamente baixos (Tabela 16), contrariando as informações de vários autores, que consideraram esse teste como adequado para a separação eficiente dos lotes de sementes em diferentes níveis de qualidade fisiológica (BEDFORD, 1974; KULIK & YAKLICH, 1982; MARCOS FILHO et alii, 1985 e BARROS, 1988). Entretanto, vários aspectos referentes a metodologia de execução podem ter afetado os resultados desse teste: a escolha das sementes, por exemplo, foi bastante dificultada pela presença do fungicida no tegumento das sementes e, nesse caso, a possível ocorrência de sementes danificadas e não identificadas teria influenciado a fidelidade das amostras. Segundo TAO (1978), para a obtenção de resultados confiáveis, devem ser excluídas do teste as sementes danificadas, se a sua porcentagem for inferior a 10%.

Além desses aspectos, é possível que diferentes lotes apresentem níveis distintos de deterioração, sem exibir os mesmos estádios de degradação das membranas (MARCOS FILHO et alii, 1984), o que poderia explicar o comportamento diferente dos lotes no teste de condutividade elétrica.

No teste de envelhecimento artificial, os resultados obtidos (Tabela 13) apontaram o lote 5 como de qualidade fisiológica inferior aos demais, em todas as épocas de avaliação, juntamente com o lote 4 que, apenas em E_2 , diferiu significativamente do lote 5; essa consideração vem corroborar o desempenho desse lote no teste de primeira contagem de germinação, onde foi considerado um dos lotes menos vigorosos, somente superando o lote 6, em algumas épocas de avaliação. Já o lote 6, que vinha apresentando o pior desempenho nos demais testes, pode ser aqui identificado como de qualidade intermediária, pois superou, além dos lotes 5 e 4, o lote 3 em E_2 e E_3 . Finalmente, o lote 1 caracterizou-se como o de melhor qualidade em todas as épocas de avaliação, juntamente com o lote 2 que, apenas em E_4 , diferiu estatisticamente do lote 1. Nota-se também que nas três primeiras épocas de avaliação, o teste apresentou uma tendência de separar os lotes em três níveis distintos de vigor, mas a partir de E_4 , percebeu-se um destaque dos lotes de alto vigor e o agrupamento dos demais num nível mais baixo, tanto que, em E_5 , o lote 6, embora apresentando germinação inferior aos lotes 1 e 2, não diferiu estatisticamente destes. MARCOS FILHO et alii (1984), trabalhando com sementes de soja, também constatarem essa mesma tendência desse teste em identificar os lotes de qualidade elevada e agrupar os demais em níveis muito baixos. Por outro lado, KULIK & YAKLICH (1982), num estudo comparativo entre métodos para avaliação da qualidade

Tabela 13. Envelhecimento artificial: valores médios (%) obtidos para os efeitos de Lotes, Épocas e Lotes x Épocas, para o cultivar Majestic, em cinco épocas de avaliação. Piracicaba, 1988.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	78 Aa	69 Aab	75 Aa	74 Aa	56 Ab	71 A
2	64 ABa	63 ABa	63 ABa	54 Ba	50 Aa	59 B
3	69 ABa	32 DEb	39 Cb	25 Cbc	16 Bc	35 D
4	31 Cab	40 CDab	43 Ca	26 Cb	11 Bc	30 DE
-5	24 Cab	18 Eb	34 Ca	25 Cab	16 Bb	23 E
6	52 Ba	52 BCa	46 BCa	42 BCa	39 Aa	46 C
Médias	53 a	45 bc	50 ab	41 c	30 d	
C.V. %	12,03					

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

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

fisiológica de sementes de soja, observaram que apenas o envelhecimento artificial classificou corretamente os dois lotes de melhor qualidade e os dois piores. Sabe-se que, à medida que prossegue o armazenamento, ocorre uma tendência para a redução do grau de diferenciação entre os lotes, em resposta ao teste utilizado, em pesquisas desta natureza (MARCOS FILHO et alii, 1985); porém, o fato do agrupamento dos lotes de menor vigor se verificar a partir da quarta época de avaliação, quando as sementes já se encontram consideravelmente deterioradas, pode indicar uma certa severidade do teste. Neste caso, condições menos drásticas talvez possibilitassem uma separação mais eficiente dos lotes.

A análise da Tabela 16 revela que o teste de envelhecimento artificial correlacionou-se significativamente com a primeira contagem de germinação e classificação de vigor de plântulas, enquanto a correlação com o teste de condutividade elétrica não foi significativa; em relação ao teste de germinação, a correlação, embora significativa, foi pouco acentuada.

Os resultados referentes à emergência das plântulas em campo (Tabela 14), revelaram a mesma propensão que os testes de laboratório em caracterizar os lotes 1 e 6 como os de melhor e pior qualidade respectivamente, mas agrupou os lotes de qualidade intermediária, não distinguindo diferenças entre eles, à exceção do lote 5, que não diferiu estatisticamente do lote 6 e, novamente, mostrou-se um lote de

Tabela 14. Emergência de plântulas em campo: valores médios (%) obtidos para os efeitos de Lotes, Épocas e Lotes x Épocas, para o cultivar Majestic, em cinco épocas de avaliação. Piracicaba, 1988.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	82	93	91	41	54	74 A
2	72	82	77	37	47	64 B
3	61	78	75	26	36	61 B
4	64	79	79	29	43	59 B
5	64	81	81	30	47	56 BC
6	49	60	59	29	38	47 C
Médias	66 b	80 a	78 a	44 c	32 d	
C.V. %	11,24					

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

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

baixo vigor, como já havia sido detectado nos testes de primeira contagem de germinação, classificação de vigor de plântulas e envelhecimento artificial.

Com relação às épocas de avaliação, nota-se que as porcentagens de emergência obtidas nas segunda e terceira épocas superaram as demais, devido as condições de umidade de solo e clima terem sido favoráveis (Tabelas 3 e 4). Deve-se destacar que, nessas épocas, a ausência de chuvas acarretou a necessidade de irrigações artificiais, que garantiram a emergência normal das plântulas. Nessas épocas, as sementeiras foram realizadas em junho e agosto, respectivamente, onde ocorreram temperaturas mais amenas, preenchendo de melhor forma as necessidades da cultura, que é tipicamente de inverno. Nas demais épocas, o excesso de chuvas e alta temperatura comprometeram a emergência das plântulas e a consequente separação da qualidade dos lotes, principalmente na quarta época de avaliação, quando a sementeira foi realizada em outubro (Tabela 5); nesta época, o excesso de chuvas comprometeu sensivelmente a emergência das plântulas; a cultura da ervilha é mais afetada pelo excesso de água que pela temperatura (HEYDECKER, 1977).

Destacando as informações obtidas nos testes de laboratório e estabelecendo relações com a emergência das plântulas em campo, verificou-se que o teste de germinação forneceu informações semelhantes quanto ao desempenho dos lotes em campo; contudo, a análise de correlação de dados, em-

bora significativa, não evidencia esse fato, pois os coeficientes obtidos apresentaram valores baixos. Neste aspecto, YAKLICH & KULIK (1979), trabalhando com lotes de diferentes cultivares de soja, obtiveram grande número de correlações significativas entre os testes de laboratório e a emergência em campo, embora os coeficientes fossem baixos, ou seja, em torno de 0,50. Esse fato contraria os resultados verificados por SCOTT & CLOSE (1976), quando trabalharam com três cultivares de ervilha, e obtiveram coeficientes de correlação com a emergência de plântulas em campo altamente significativos para o teste de germinação.

Da mesma forma, observou-se que as informações obtidas com o teste de primeira contagem de germinação, de um modo geral, corresponderam à emergência das plântulas em campo. Essa relação entre as duas avaliações também foi observada em trabalhos conduzidos por TEKRONY & EGLI (1977), EGLI et alii (1979) e MARCOS FILHO et alii (1984) em pesquisas com sementes de soja. A correlação obtida entre os dados da primeira contagem de germinação e os da emergência em campo, apresentou coeficiente de correlação positivo, significativo e superior ao do teste de germinação.

Ainda de forma comparativa, verificou-se que o teste de classificação de vigor de plântulas forneceu informações bastante próximas quanto à separação e desempenho dos lotes em termos de emergência de plântulas em campo; complementando essas informações, a correlação obtida entre os

dados do teste de classificação de vigor e os da emergência em campo, foi positiva e altamente significativa, apresentando coeficiente de correlação com a emergência em campo superior aos dos demais testes de laboratório. Resultados semelhantes foram obtidos por PERRY (1970), num estudo com sementes de ervilha, onde obteve para o teste de classificação de vigor de plântulas coeficientes de correlação com a emergência em campo, superiores aos do teste de condutividade elétrica, em alguns tratamentos.

Por outro lado, as informações obtidas com o teste de condutividade elétrica divergiram das da emergência de plântulas em campo, contrariando as observações feitas por BRADNOCK (1968); PERRY (1970); BEDFORD (1974) e SCOTT & CLOSE (1976) em sementes de ervilha e de MARCOS FILHO et alii (1985) e BARROS (1988), em sementes de soja. Esta diversidade de informações obtidas com o teste de condutividade elétrica foi observada também em relação aos demais testes de laboratório e confirmada através da análise de correlação, onde os coeficientes de correlação simples obtidos entre os dados dessas avaliações foram relativamente baixos.

Da mesma forma, os resultados do teste de envelhecimento artificial relacionaram-se com a emergência de plântulas em campo, em termos de identificação dos lotes de melhor qualidade fisiológica; porém, a caracterização dos lotes de menor vigor diferiu da apresentada pela emergência em campo. Corroborando estas informações, verificou-se que a cor

relação obtida entre os dados das duas determinações embora significativa, apresentou coeficiente relativamente baixo.

Os dados obtidos na determinação do grau de umidade das sementes ao longo do período experimental (Tabela 15), embora não tenham sido analisados estatisticamente, foram, em geral, semelhantes para todos os lotes estudados, dentro de cada época de avaliação; esse fato é importante na execução dos testes, considerando-se que a uniformização do grau de umidade das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e confiabilidade dos resultados (DELOUCHE, 1976; TAO, 1978; MATTHEWS, 1981; MARCOS FILHO et alii, 1987; LOEFFLER et alii, 1988 e TOMES et alii, 1988). Verificou-se, também, nas duas primeiras épocas de avaliação, o elevado grau de umidade das sementes, em função das condições de ambiente do Laboratório de Análise de Sementes; em consequência disso, o processo de deterioração das sementes, provavelmente, foi acelerado, pois sabe-se que, para as espécies de sementes ortodoxas, o aumento de temperatura e grau de umidade favorece o processo de deterioração (HEYDECKER, 1969 e MATTHEWS, 1985).

Por outro lado, observou-se, a partir da terceira época de avaliação uma tendência de redução dos valores de umidade obtidos, possivelmente devido às variações nas condições de armazenamento. Tal redução do grau de umidade, em torno de 2% de E_2 para E_3 , talvez possa explicar o melhor desempenho dos lotes no teste de envelhecimento artificial,

Tabela 15. Grau de umidade: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Majestic em cinco épocas de avaliação. Piracicaba, 1988.

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

Tabela 16. Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos nos testes para avaliação da qualidade das sementes de ervilha, conduzidos com os lotes do cultivar Majestic durante o período experimental. Piracicaba, 1988.

Testes	Coeficientes de correlação simples (R)
Germ. x 1ª Contagem	0,68**
Germ. x Class. de Vigor	0,57**
Germ. x Env. Artificial	0,26*
Germ. x Cond. Elétrica	-0,41**
Germ. x Emergência	0,40**
1ª Contagem x Class. de Vigor	0,85**
1ª Contagem x Env. Artificial	0,56**
1ª Contagem x Cond. Elétrica	-0,41**
1ª Contagem x Emergência	0,55**
Class. Vigor x Env. Artificial	0,51**
Class. de Vigor x Cond. Elétrica	-0,50**
Class. de Vigor x Emergência	0,71**
Env. Artificial x Cond. Elétrica	-0,21
Env. Artificial x Emergência	0,36**
Cond. Elétrica x Emergência	-0,49**

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

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

na terceira época de avaliação, tendo em vista que sementes mais úmidas são mais afetadas por esse teste (MARCOS FILHO et alii, 1987). Porém, considerando-se os valores obtidos por ocasião da coleta de amostras, verificou-se, principalmente da terceira à quinta época de avaliação, que a umidade das sementes situou-se em intervalo considerado satisfatório para o armazenamento, em condições não controladas de ambiente (CARVALHO & NAKAGAWA, 1983).

4.2. CULTIVAR CAPRICE

O exame dos valores de F obtidos nas análises de variância e apresentados na Tabela 17, permite constatar 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 nos testes de primeira contagem de germinação, classificação de vigor de plântulas e envelhecimento artificial.

Os dados obtidos para os lotes do cultivar Caprice, no teste de germinação (Tabela 18), permitiram identificar o lote 1 como de qualidade fisiológica superior, diferindo estatisticamente dos demais, enquanto o lote 2 apresentou qualidade intermediária. Por outro lado, houve um agrupamento dos lotes 3, 4 e 6, de qualidade fisiológica inferior, num mesmo nível, não sendo possível caracterizar ape

Tabela 17. Valores de F obtidos nas análises de variância dos dados referentes aos testes realizados durante o período experimental, para os lotes da cultivar Caprice. Piracicaba, 1988.

Testes	Lotes	Épocas	Lotes x Épocas
Germinação	15,59**	8,36**	1,05
Primeira contagem	48,85**	117,96**	4,74**
Classificação de vigor de plântulas	49,27**	188,66**	5,48**
Envelhecimento artificial	175,91**	13,94**	2,44*
Condutividade elétrica	55,17**	22,56**	1,23
Emergência em campo	7,04**	130,06**	0,91

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 18. Germinação: valores médios (%) obtidos para os efeitos de Lotes, Épocas e Lotes x Épocas, para o cultivar Caprice, em cinco épocas de avaliação. Piracicaba, 1988.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	94	94	91	91	88	92 A
2	91	85	89	86	86	87 B
3	89	79	84	78	76	81 C
4	84	84	85	82	76	82 C
5	90	84	76	85	77	83 BC
6	81	83	80	82	72	80 C
Médias	88 a	85 ab	84 ab	84 b	79 c	
C.V. %	6,35					

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

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

nas um lote como o de pior desempenho; porém, de um modo geral, pode-se verificar que houve uma tendência do teste em separar os lotes em três níveis distintos de qualidade.

Com relação às épocas de avaliação, nota-se que, a partir da terceira época, ocorreram reduções significativas nos valores obtidos, embora desde E_2 as porcentagens médias de germinação já viessem diminuindo sem, no entanto, caracterizar diferenças estatisticamente significativas.

Analisando os dados do teste de primeira contagem, apresentados na Tabela 19, observa-se que o lote 1 apresentou o melhor desempenho em todas as épocas de avaliação, juntamente com o lote 2, que apenas em E_5 diferiu estatisticamente do lote 1. De um modo geral, este teste mostrou a mesma tendência do teste de germinação, quanto à separação dos lotes em três níveis distintos de vigor; porém, tal separação não foi consistente ao longo do período experimental, sendo que em E_5 , apenas o lote 1 diferiu estatisticamente dos demais, com o agrupamento destes num único nível de qualidade. Tal fato pode ser atribuído à baixa sensibilidade do teste de primeira contagem de germinação em detectar pequenas diferenças de vigor (MARCOS FILHO et alii, 1987). Contudo, pode-se dizer que houve uma tendência do teste em classificar os lotes 4 e 6 como de qualidade fisiológica inferior nas três primeiras épocas de avaliação, enquanto em E_4 , os lotes 3 e 4 apresentaram o pior desempenho e os lotes 5 e 6, qualidade intermediária.

Tabela 19. Primeira contagem: valores médios (%) obtidos para os efeitos de Lotes, Épocas e Lotes x Épocas, para o cultivar Caprice, em cinco épocas de avaliação. Piracicaba, 1988.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	87 Aa	89 Aa	91 Aa	85 Aa	68 Ab	84 A
2	87 Aa	80 ABa	86 ABa	80 Aa	45 Bb	77 B
3	82 ABa	79 Ba	75 Ca	54 Cb	46 Bb	68 C
4	75 BCab	57 Dc	78 BCa	65 BCbc	42 Bd	64 C
5	79 ABa	71 BCab	72 Cab	67 Bb	52 Bc	68 C
6	64 Cb	67 CDab	76 Ca	67 Bab	41 Bc	63 C
Médias	79 a	74 b	80 a	70 c	49 d	
C.V. %	6,07					

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

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

Ainda com base na Tabela 19, pode-se observar que, para os lotes 1 e 2, foram detectadas reduções significativas nos valores médios obtidos, somente na última época de avaliação, enquanto para os lotes 3 e 5 essas diferenças puderam ser notadas a partir de E_4 . Por outro lado, os lotes 4 e 6 apresentaram melhores resultados na terceira época de avaliação que na primeira, contrariando o esperado. A análise de correlação (Tabela 25), por sua vez, indicou que os dados do teste de germinação e de primeira contagem de germinação correlacionaram-se de maneira positiva e altamente significativa, revelando tendências semelhantes dos dois testes; tal fato é esperado pois os dois testes são conduzidos em conjunto, na mesma amostra. Porém a primeira contagem proporcionou informações mais variáveis, no que se refere aos lotes de menor vigor.

A Tabela 20 mostra os resultados obtidos no teste de classificação de vigor de plântulas; através da sua análise percebe-se que o lote 1 apresentou o melhor desempenho em todas as épocas de avaliação, juntamente com o lote 2, conforme já havia sido detectado pelo teste de primeira contagem de germinação. Por outro lado, observou-se o agrupamento dos demais lotes num mesmo nível de qualidade, com exceção do lote 3, que foi classificado como um dos mais vigorosos, na primeira época de avaliação; dessa forma, embora o teste de classificação de vigor de plântulas tenha se mostrado eficiente para identificação dos lotes de qualida-

Tabela 20. Classificação de vigor de plântulas: valores médios (%) obtidos para os efeitos de Lotes, Épocas e Lotes x Épocas, para o cultivar Caprice, em cinco épocas de avaliação. Piracicaba, 1988.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	78 Aa	66 Ab	80 Aa	50 Ac	38 Ac	63 A
2	77 Aa	68 Aa	72 Aa	54 Ab	17 Bc	57 A
3	73 Aa	43 Bb	49 Bb	26 Bc	21 Bc	42 BC
4	50 Ba	40 Bab	52 Ba	34 Bb	17 Bc	38 C
5	56 Ba	49 Ba	53 Ba	51 Aa	20 Bb	46 B
6	47 Ba	50 Ba	59 Ba	29 Bb	14 Bc	39 C
Médias	64 a	53 b	61 a	41 c	21 d	
C.V. %	8,69					

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

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

de fisiológica superior, o mesmo não foi observado com referência aos lotes menos vigorosos.

Ainda com base na Tabela 20, verifica-se que os dados referentes à terceira época de avaliação superaram os obtidos em E_2 , da mesma forma como ocorreu no teste de primeira contagem de germinação. Tal fato revela a mesma sensibilidade dos dois testes às condições de ambiente, pois sabe-se que as variações de temperatura ou umidade do substrato, exercem grande influência na germinação das sementes (HEYDECKER, 1969; McDONALD, 1975 e MARCOS FILHO et alii, 1987). Corroborando essas informações, o exame da Tabela 25 permite verificar que os dados do teste de classificação do vigor de plântulas correlacionaram-se de forma positiva e altamente significativa com os da primeira contagem de germinação.

A análise dos resultados obtidos no teste de condutividade elétrica (Tabela 21), indicou os lotes 1 e 2 como os mais vigorosos e o lote 6 como de qualidade fisiológica inferior; os lotes 3, 4 e 5 apresentaram um nível intermediário de qualidade, embora houvesse uma tendência de identificar o lote 4 como inferior aos lotes 3 e 5. Dessa forma, os resultados de condutividade elétrica revelaram as mesmas tendências observadas nos testes anteriores, na separação dos lotes do cultivar Caprice em diferentes níveis de qualidade fisiológica; o mesmo não foi verificado para o cultivar Majestic onde a separação dos lotes pelo teste de condutividade elétrica não foi considerada consistente.

Tabela 21. Condutividade elétrica: valores médios ($\mu\text{mhos/g}$) obtidos para os efeitos de Lotes, Épocas e Lotes x Épocas, para o cultivar Caprice, em cinco épocas de avaliação. Piracicaba, 1988.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	63,99	66,37	70,63	77,66	73,10	70,35 A
2	67,80	74,47	76,12	76,51	84,36	75,85 A
3	82,57	84,31	99,05	104,57	104,45	94,99 B
4	93,27	92,67	96,35	102,81	111,93	99,41 BC
5	76,05	90,21	87,92	106,03	103,57	92,75 B
6	98,02	100,42	97,28	109,80	118,98	104,90 C
Médias	80,28 a	84,74 ab	87,90 b	96,23 c	99,40 c	
C.V. %	9,15					

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

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

Com referência às épocas de avaliação, observou-se que os valores obtidos mostraram acréscimos ao longo do período experimental, em função da evolução do processo deteriorativo, sendo que diferenças significativas puderam ser detectadas a partir da terceira época de avaliação.

Os dados relativos ao teste de envelhecimento artificial (Tabela 22), também apontam os lotes 1 e 2 como os mais vigorosos; na primeira época de avaliação ocorreu uma separação dos lotes em três níveis distintos de qualidade, sendo os lotes 1 e 2 os mais vigorosos, os lotes 3 e 4 de qualidade intermediária e os lotes 5 e 6 de menor qualidade fisiológica, embora o lote 3 não tenha diferido significativamente do lote 5. Contudo, a partir de E_2 houve um agrupamento dos lotes em dois níveis de vigor, a exemplo do que já havia acontecido com os lotes do cultivar Majestic, nesse mesmo teste. Com relação às épocas de avaliação, notou-se que, de um modo geral, a quarta época de avaliação apresentou resultados superiores à terceira, o que poderia estar relacionado com o menor grau de umidade das sementes em E_4 (Tabela 24); o mesmo já havia sido observado para os lotes do cultivar Majestic, na terceira época de avaliação.

Ainda com referência às épocas de avaliação observa-se que os lotes 1 e 2 mantiveram qualidade semelhante ao longo do período experimental, enquanto o lote 4 apresentou reduções significativas a partir da segunda época de avaliação. Por outro lado, os lotes 3, 5 e 6 apresentaram qua

Tabela 22. Envelhecimento artificial: valores médios (%) obtidos para os efeitos de Lotes, Épocas e Lotes x Épocas, para o cultivar Caprice, em cinco épocas de avaliação. Piracicaba, 1988.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	77 Aa	70 Aa	46 Ab	69 Aa	60 Aab	65 A
2	74 Aa	70 Aa	46 Ab	62 Aab	60 Aab	62 A
3	22 BCa	10 Bab	5 Bb	12 Bab	8 Bb	11 BC
4	35 Ba	8 Bb	15 Bb	13 Bb	8 Bb	15 B
5	12 CDab	10 Bab	6 Bb	19 Ba	11 Bab	11 BC
6	6 Da	10 Ba	4 Ba	11 Ba	10 Ba	8 C
Médias	35 a	26 b	17 c	29 ab	23 bc	
C.V. %	19,13					

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

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

lidade fisiológica reduzida desde a primeira época de avaliação, não sendo, portanto, detectadas diferenças significativas durante o período experimental. Deve-se observar, ainda, que, embora os dois cultivares estudados tenham apresentado desempenho semelhante nos testes de laboratório e campo, os lotes do cultivar Caprice foram mais afetados pelo envelhecimento artificial; tal fato pode estar relacionado à maior sensibilidade desse cultivar ao teste ou à problemas ocorridos no campo, durante a produção das sementes, demonstrando a necessidade de informações mais consistentes quanto ao uso deste teste.

Comparando-se os dados obtidos no envelhecimento artificial com os demais testes de laboratório, perceberam-se tendências semelhantes quanto à identificação dos diferentes níveis de vigor dos lotes estudados; contudo, a análise de correlação (Tabela 25) não evidenciou esse fato, corroborando as informações de TEKRONY & EGLI (1977) e MARCOS FILHO et alii (1984), segundo as quais o uso exclusivo da análise de correlação no sentido de estabelecer relações entre essas diferentes avaliações, pode gerar informações incompletas ou enganosas.

Analisando-se os dados referentes ao teste de emergência de plântulas em campo (Tabela 23), observa-se que o comportamento dos lotes foi semelhante aos do cultivar Majestic, em função das condições de clima e solo nas diferentes épocas de semeadura. Dessa forma, notou-se que os melho

Tabela 23. Emergência de plântulas em campo: valores médios (%) obtidos para os efeitos de Lotes, Épocas e Lotes x Épocas, para o cultivar Caprice, em cinco épocas de avaliação. Piracicaba, 1988.

Lotes	Épocas					Médias
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1	77	88	84	34	59	70 A
2	68	86	81	35	55	66 AB
3	64	80	75	32	45	60 BC
4	48	81	70	38	52	58 BC
5	59	80	75	30	46	59 BC
6	60	78	72	28	44	57 C
Médias	63 b	82 a	76 a	33 d	50 c	
C.V. %	10,06					

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

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

res resultados foram obtidos em E_2 e E_3 . cujas sementeiras coincidiram com épocas de clima mais favorável à cultura (Tabelas 3 e 4). De qualquer forma, este teste também evidenciou a superioridade dos lotes 1 e 2 e o baixo vigor do lote 6, embora os lotes 3, 4 e 5 não tenham diferido estatisticamente deste último.

Examinando os dados provenientes dos testes de laboratório 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 relação à emergência das plântulas; dentre os testes utilizados, o de classificação de vigor de plântulas permitiu a obtenção de informações mais precisas. Por outro lado, os resultados proporcionados pela análise de correlação entre os testes de vigor e a emergência das plântulas em campo, não evidenciaram esse fato, tendo em vista que os coeficientes de correlação simples obtidos foram inferiores a 0,50 e, portanto, considerados relativamente baixos para pesquisas desta natureza.

Os dados referentes ao grau de umidade das sementes (Tabela 24), embora não tenham sido analisados estatisticamente, foram, de um modo geral, semelhantes dentro de cada época de testes e, a exemplo do verificado para os lotes do cultivar Majestic, apresentaram uma tendência de redução a partir da terceira época de avaliação, possivelmente devido às variações das con-

Tabela 24. Grau de umidade: valores médios (%) obtidos para os lotes do cultivar Caprice, em cinco épocas de avaliação. Piracicaba, 1988.

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

Tabela 25. Coeficientes de correlação linear simples (r) entre os dados obtidos nos testes para avaliação da qualidade das sementes de ervilha, conduzidos com os lotes do cultivar Caprice durante o período experimental. Piracicaba, 1988.

Testes	Coeficientes de correlação simples (R)
Germ. x 1ª Contagem	0,70**
Germ. x Class. de Vigor	0,60**
Germ. x Env. Artificial	0,53**
Germ. x Cond. Elétrica	-0,59**
Germ. x Emergência	0,26*
1ª Contagem x Class. de Vigor	0,89**
1ª Contagem x Env. Artificial	0,47**
1ª Contagem x Cond. Elétrica	-0,66**
1ª Contagem x Emergência	0,44**
Class. de Vigor x Env. Artificial	0,43**
Class. de Vigor x Cond. Elétrica	-0,66**
Class. de Vigor x Emergência	0,51**
Env. Artificial x Cond. Elétrica	-0,69**
Env. Artificial x Emergência	0,10
Cond. Elétrica x Emergência	-0,44**

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

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

dições de ambiente (Tabela 1). No entanto, o grau de umidade de todos os lotes esteve situado em níveis que podem ser considerados satisfatórios para o armazenamento de sementes de ervilha, em ambientes não controlados, notadamente a partir da terceira época de avaliação.

4.3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Numa análise geral, verificou-se que os lotes dos dois cultivares apresentaram algumas características em comum, como maior qualidade inicial e decréscimos ao longo do período experimental que, para alguns lotes, tornaram-se mais nítidos a partir da terceira época de avaliação. Dentre os seis lotes de cada cultivar, um ou dois lotes sempre apresentaram níveis de vigor superiores aos das demais e da mesma forma, um ou mais lotes sempre demonstraram desempenho inferior; no entanto, embora a identificação dos melhores lotes sempre tenha sido evidente, a classificação dos lotes menos vigorosos variou em função do teste utilizado. Porém, por ocasião do início do período experimental, todos os lotes apresentavam porcentagens de germinação compatíveis com os padrões de comercialização estabelecidos para sementes de ervilha.

Considerando os testes de primeira contagem de germinação e classificação de vigor de plântulas utiliza-

dos para determinação do vigor e comparando-os ao teste de germinação, usado como referencial, verifica-se que apresentaram tendências semelhantes na separação dos lotes, mas demonstraram maior sensibilidade na detecção de diferenças de qualidade. Da mesma forma, comparando-se esses testes com a emergência das plântulas em campo, constatou-se que proporcionaram informações próximas quanto ao potencial relativo dos melhores e piores lotes; contudo, diferenças entre lotes de qualidade fisiológica intermediária dificilmente foram detectadas. De fato, a identificação dos lotes com qualidade intermediária pode sofrer variações, dependendo do teste utilizado, devendo-se considerar que os testes de laboratório devem ser suficientes para, pelo menos, diferenciar lotes com potencial elevado, daqueles que apresentam potencial deficiente para o estabelecimento das plântulas em campo (MARCOS FILHO et alii, 1984 e MARCOS FILHO et alii, 1985).

Com referência ao teste de condutividade elétrica, notou-se que sua eficiência variou em função do cultivar analisado, já que para o cultivar Majestic o teste forneceu informações pouco relacionadas não só com a emergência das plântulas em campo, como também com os demais testes realizados. Por outro lado, o teste mostrou-se eficiente na separação dos lotes do cultivar Caprice. De fato, SCOTT & CLOSE (1976), observaram que o cultivar afetou as relações entre as avaliações de laboratório e a emergência de plântulas em campo, levando os autores a considerarem que o problema da ava-

liação do vigor em sementes de ervilha talvez deva ser estudado considerando a questão varietal.

O teste de envelhecimento artificial também se mostrou eficiente na separação dos lotes com diferentes níveis de vigor, estabelecendo relações razoáveis com a emergência das plântulas em campo, em termos de potencial relativo de cada lote, embora em determinadas situações, a classificação da qualidade dos lotes tenha diferido da apresentada pelos demais testes.

Para avaliação e análise comparativa dos testes realizados, utilizou-se além da comparação das médias, a análise de correlação com o objetivo de complementar informações entre as determinações estudadas. Porém, o uso exclusivo da análise de correlação em estudos comparativos dessa natureza pode, em alguns casos, dificultar a detecção de diferenças importantes de qualidade e constatadas com maior eficiência pela comparação das médias; da mesma forma, pode originar informações incompletas, devido ao fato dessa análise somente indicar a variação de comportamento entre os dados avaliados, não fornecendo contudo, indicações consistentes quanto às diferenças de vigor entre lotes (BARRROS, 1988).

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 ocasião da coleta de amostras, de um modo geral, podem ser considerados satisfatórios, em se tratando de armazenamento em

condições não controladas de ambiente. Por outro lado, os valores mais elevados de temperatura e umidade relativa do ar, nos períodos inicial e final do armazenamento, podem ter contribuído para a diminuição do potencial de conservação e aceleração do processo de deterioração das sementes, pois dependendo do vigor do lote e método de avaliação utilizado, diferenças de qualidade puderam ser constatadas desde a segunda época de avaliação.

Considerando-se os resultados desta pesquisa, pode-se dizer que existem alguns testes de execução bastante simples, podendo inclusive ser conduzidos com o teste padrão de germinação, como por exemplo os testes de primeira contagem de germinação e classificação de vigor de plântulas, capazes de fornecer informações de grande utilidade em programas de controle de qualidade de sementes de ervilha.

5. CONCLUSÕES

A análise dos dados e interpretação dos resultados do presente trabalho permitiram concluir que os testes de primeira contagem de germinação e classificação de vigor de plântulas possibilitam a identificação de lotes com diferentes níveis de qualidade fisiológica e de potencial de emergência de plântulas em campo; esses testes são de execução simples e podem, inclusive, ser conduzidos juntamente com o teste padrão de germinação, demonstrando ser de grande utilidade em programas de controle de qualidade de sementes de ervilha. O teste de envelhecimento artificial também fornece informações consistentes a respeito do vigor relativo dos lotes; contudo, com o decorrer do armazenamento, a separação dos lotes não se mostra eficiente, sugerindo certa severidade das condições do teste. Da mesma forma, o teste de condutividade elétrica, considerado por vários pesquisadores como o mais adequado para a avaliação do vigor de sementes de ervilha, aparentemente apresenta eficiência variável de acordo com o cultivar avaliado. Desta forma, conclusões mais consistentes quanto ao uso destes dois últimos testes devem aguardar a continuidade das pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J.D. & BAKER, J.E. Deterioration of seeds during aging. Phytopathology, St. Paul, 73(2): 321-25, 1983.
- ANDREOLI, C. Emergência de ervilha sob condições de campo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 15(1): 117-20, janeiro 1980.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor testing handbook, East Lansing, AOSA, 1983. 88p. (Handbook on seed testing. Contribution, 32).
- BASKIN, C.C. Accelerated aging test. In: PERRY, D.A., ed. Handbook of vigour testing methods. Zurich, International Seed Testing Association, 1981. p.43-48.
- BARROS, A.S.R. Testes para a avaliação rápida da viabilidade e do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1988. 140p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BEDFORD, L.V. Conductivity tests in commercial and hand harvested seed of pea cultivars and their relation to field establishment. Seed Science & Technology, Zurich, 2: 323-35, 1974.

- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. Physiology and biochemistry of seeds. Berlin, Springer-Verlag, 1982. v.2, 375p.
- BRADNOCK, W.T. A method for predicting field emergence of peas. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts, Lansing, 58: 70-75, 1968.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes. Brasília, 1980. 188p.
- CARVALHO, N.M. Vigor de Sementes. In: Atualização em Produção de sementes. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.207-223.
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 2ª ed. rev., Campinas, Fundação Cargill, 1983. 429p.
- CLARK, B.E.; HARMAN, G.E.; KENNY, T.J.; WATERS Jr., E.C. Relationship between the results of certain laboratory tests and the field germination of soybean seeds. The Newsletter of Association of Official Seed Analysts, 54 (2): 36-43, 1980.
- DELOUCHE, J.C. Standardization of vigor tests. Journal of Seed Technology, Lansing, 1(2): 75-86, 1976.
- DELOUCHE, J.C. & BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Science & Technology, Zurich, 1: 427-52, 1973.
- EGLI, D.B.; WHITE, G.M.; TEKRONY, D.M. Relationship between seed vigor and the storability of soybean seed. Journal of Seed Technology, Lansing, 3(2): 1-11, 1979.
- FILGUEIRA, F.A.R. Manual de Olericultura; cultura e comercialização de hortaliças. 2ª ed. rev. e ampl. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1981. 338p.

- GRABE, D.F. Measurement of seed vigor. Journal of Seed Technology, Lansing, 1(2): 18-31, 1976.
- HADAVIZADEH, A. & GEORGE, R.A.T. The effect of mother plant nutrition on seed vigour as determined by the seed leachate conductivity in pea (*Pisum sativum* L.) cultivar Sprite. Seed Science & Technology, Zurich, 16: 589-99, 1988.
- 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 & Technology, Zurich, 12: 403-13, 1984.
- HEYDECKER, W. The "vigour" of seeds. A review. Proceedings of International Seed Testing Association, Zurich, 34(2): 201-19, 1969.
- HEYDECKER, W. Vigour. In: ROBERTS, E.H., ed. Viability of seeds. Syracuse, Syracuse University Press, 1972. p.209-52.
- HEYDECKER, W. Stress and seed germination: an agronomic view. In: KHAN, A.A., ed. The physiology and biochemistry of seed dormance and germination. Amsterdam, North-Holland Biomedical Press, 1977. p.237-282.
- 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: 273-278, march-april, 1978.

- KULIK, M.M. & YAKLICH, R.W. Evaluation of vigor tests in soybean seeds. Relationship of accelerated aging, cold, sand bench and speed of germination tests to field performance. Crop Science, Madison, 22: 766-770, 1982.
- LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. Journal of Seed Technology, Lansing, 12(1): 37-53, 1988.
- MACKEY, D.B. The measurement of viability. In: ROBERTS, E. H., ed. Viability 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.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. da. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba, FEALQ, 1987. 230p.
- MARCOS FILHO, J.; CARVALHO, R.V.; 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, 1985.
- 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 sua relação com a emergência das plântulas em campo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 19(5): 605-13, maio 1984.

- MATTHEWS, S. Physiology of seed ageing. Outlook on Agriculture, Grã-Bretanha, 14(2): 89-94, 1985.
- MATTHEWS, S. Evaluation of techniques for germination and vigor studies. Seed Science & Technology, Zurich, 9: 543-51, 1981.
- MATTHEWS, S. A study of seed lots of peas (*Pisum sativum* L.) differing in predisposition to pre-emergence mortality in soil. Annals of Applied Biology, Grã-Bretanha, 68: 77-83, 1971.
- 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. & PHANEENDRANATH, B.R. A modified accelerated aging seed vigor test for soybeans. Journal of Seed Technology, Lansing, 3(1): 25-37, 1978.
- McGEE, D.C. Introduction. Phytopathology, St. Paul, 73(2): 315-15, 1983.
- MOTTA, C.A.P. Comparação de testes de vigor em sementes de soja com a emergência das plântulas em campo. Pelotas, 1986. 90p. (Mestrado - Universidade Federal de Pelotas).
- MULLET, J.H. & WILKINSON, R.J. The relationship between amounts of electrolyte lost on leaching seeds of *Pisum sativum* and some parameters of plant growth. Seed Science & Technology, Zurich, 7: 393-398, 1979.

- PERRY, D.A. Report of vigor test comittee 1977-1980. Seed Science & Technology, Zurich, 9: 115-126, 1981a.
- PERRY, D.A. Seedling growth and evaluation tests. In: PERRY, D.A., ed. Handbook of vigour test methods. Zurich, International Seed Testing Association, 1981b. p.10-20.
- PERRY, D.A. Interacting effects of seed vigour and environment on seedling establishment. In: HEYDECKER, W., ed. Seed ecology, London, Butterworth, 1973. p.311-23.
- PERRY, D.A. The relation of seed vigour to field establishment of garden pea cultivar. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 74: 343-48, 1970.
- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília, s.ed, 1985. 289p.
- ROBERTS, E.H. Loss of viability: ultrastructural and physiological aspects. Seed Science & Technology, Zurich, 1: 529-545, 1973.
- SCOTT, D.J. & CLOSE, R.C. An assessment of seed factors affecting field emergence of garden pea seed lots. Seed Science & Technology, Zurich, 4: 287-300, 1976.
- SHIEH, W.J. & McDONALD, M.B. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. Seed Science & Technology, Zurich., 10: 307-313, 1982.
- SHORT, G.E. & LACY, M.L. Carbohydrate exudation from pea seeds: effect of cultivar, seed age seed color and temperature. Phytopathology, 66: 182-87, fevereiro, 1976.

- SHORT, G.E. & LACY, M.L. Factor affecting pea seed and seedling rot in soil. Phytopathology, St. Paul, 66: 188-192, fevereiro, 1976.
- TAO, K.J. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. Journal of Seed Technology, Lansing, 3(1): 10-18, 1978.
- TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. Crop Science, Madison, 17: 573-77, julho-agosto, 1977.
- TOMES, L.J.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Factors influencing the tray accelerated aging test for soybean seed. Journal of Seed Technology, Lansing, 12(1): 24-36, 1988.
- WOODSTOCK, L.W. Physiological and biochemical tests for seed vigor. Seed Science & Technology, Zurich, 1: 127-57, 1973.
- YAKLICH, R.W. & KULIK, M.M. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: relationship of standard germination test, vigor classification, seedling length and tetrazolium staining, to field performance. Crop Science, Madison, 19: 247-252, march-april, 1979.