

TESTE DE FRIO NA AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE FEIJÃO

Marcelo Hissnauer Miguel^{1,3}; Silvio Moure Cicero^{2*}

¹Pós-Graduando do Depto. de Produção Vegetal - ESALQ/USP.

²Depto. de Produção Vegetal - ESALQ/USP, C.P. 9 - CEP: 13418-900 - Piracicaba, SP.

³Bolsista da FAPESP.

*e-mail: mhmiguel@carpa.ciagri.usp.br

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo estudar o comportamento de sementes de feijão submetidas a diferentes metodologias do teste de frio, comparativamente a outros testes de vigor tradicionalmente utilizados na avaliação da qualidade fisiológica dessas sementes. As metodologias do teste de frio utilizadas foram: caixa plástica com terra, rolo de papel com terra e rolo de papel sem terra, nas temperaturas de 10°C e de 15°C e períodos de exposição, de três, cinco e sete dias. Paralelamente foram conduzidos teste padrão de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e emergência de plântulas em campo. As diferentes metodologias do teste de frio foram comparadas pelo teste de Tukey e, posteriormente, foram estabelecidas correlações com os demais testes de vigor. A análise dos dados e a interpretação dos resultados permitiram concluir que a metodologia do rolo de papel sem terra, nos períodos de três e cinco dias à 10°C e à 15°C, proporcionou melhor correlação com a primeira contagem de germinação e emergência de plântulas em campo.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, qualidade fisiológica, semente, teste de frio, teste de vigor

COLD TEST FOR BEAN SEED VIGOR EVALUATION

ABSTRACT: To assess the efficiency of cold test for bean seed vigor determination, two cultivars were evaluated by three different methodologies under two temperatures (10°C and 15°C) and three cold period (3, 5 and 7 days) regimes. The results were compared to the routine seed quality tests, such as the standard germination test, first germination count, accelerated aging, electrical conductivity and emergence in the field. Tests were conducted in two seasons, four months apart. The results obtained using the various assays were compared by Tukey's test. Correlation analysis between the cold test methods and other vigor tests were carried out. Paper rolls without soil for a period of three to five days at 10°C and 15°C correlated better with the standard vigor tests, especially the first germination count and field emergence.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, physiological quality, seed, cold test, vigor test

INTRODUÇÃO

Diversos segmentos do setor de produção de sementes de grandes culturas têm demonstrado grande interesse na utilização de testes de vigor que avaliem adequada e seguramente a qualidade fisiológica das sementes. Assim, testes que forneçam resultados confiáveis merecem cada vez mais atenção por parte dos pesquisadores.

O teste de frio, cujo princípio se baseia na avaliação da qualidade fisiológica de sementes sob condições adversas, é um dos testes de vigor mais utilizados em diversas regiões de clima temperado, onde a época de semeadura pode

coincidir com períodos chuvosos e de baixa temperatura. Portanto, é considerado um teste de resistência, ou seja, o lote de sementes que apresentar melhor desempenho sob condições adversas é considerado mais vigoroso. De forma geral, se os resultados do teste de frio se aproximarem dos obtidos no teste padrão de germinação, há grande possibilidade desse lote apresentar capacidade para germinar sob uma ampla faixa de condições ambientais, basicamente em termos de conteúdo de água e a temperatura do solo (Cicero & Vieira, 1994).

A eficiência do teste de frio foi comprovada experimentalmente por diversos pesquisadores, e foi sugerido seu uso na seleção

de linhagens de milho antes do período de semeadura, devido a sua sensibilidade em prognosticar o desempenho das sementes em campo. Muitas empresas produtoras de sementes de milho utilizam esse teste nos programas internos de controle de qualidade (TeKrony, 1983). Através do conhecimento das condições desfavoráveis de campo, é possível às empresas a manutenção de um padrão rígido de comercialização das sementes através do uso do teste de frio, para prever a emergência de plântulas sob condições de frio e alta umidade (Waes, 1995). Esse teste tem sido utilizado com sucesso, também, para diferenciar níveis de vigor relacionados com a forma, peso, tamanho e tratamento de sementes (Marcos Filho et al., 1977; Silva & Marcos Filho, 1979). Throneberry & Smith (1955) demonstraram que os danos ocasionados às sementes de milho durante o processo de secagem foram facilmente evidenciados com o teste de frio.

O teste de frio tem sido usado, principalmente para sementes de milho. Porém, seu uso para outras espécies como soja, feijão, algodão e ervilha tem crescido significativamente nos Estados Unidos da América e na Europa (Association of Official Seed Analysts, 1983). No entanto, é importante ressaltar que seria necessária a padronização da metodologia do teste de frio, de acordo com as características de cada espécie a ser testada (Cicero & Vieira, 1994).

Portanto, diante da eficiência do teste de frio e da possibilidade de seu uso para diferentes espécies, o presente trabalho teve o objetivo de estudar o comportamento de sementes de feijão submetidas às diferentes metodologias do teste de frio, comparativamente a outros testes de vigor tradicionalmente utilizados para avaliar a qualidade fisiológica das sementes da referida espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) e em área experimental do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (LPV/ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), no município de Piracicaba – SP, nos anos de 1997 e 1998 em duas épocas experimentais, com intervalo de quatro meses.

Foram utilizadas sementes de dois cultivares de feijão, Carioca Comum e IAC Carioca. Para cada cultivar foram utilizados três lotes com qualidade fisiológica diferentes.

Durante o período experimental, as sementes foram armazenadas sob condições de ambiente não controlado.

Metodologias utilizadas para o teste de frio

Teste de frio com terra – semeadura em caixas plásticas

Foram semeadas em caixas plásticas com dimensões de 47 x 30 x 11 cm, quatro repetições de 100 sementes para cada lote de cada cultivar. O substrato foi constituído de 2/3 de areia e 1/3 de terra proveniente de área cultivada com feijão e irrigado com água até atingir 60% da sua capacidade de retenção. As sementes permaneceram sob as condições descritas a seguir:

- Teste de frio com terra, durante sete dias à 10°C (Cx 7D 10°C);
- Teste de frio com terra, durante sete dias à 15°C (Cx 7D 15°C);
- Teste de frio com terra, durante cinco dias à 10°C (Cx 5D 10°C);
- Teste de frio com terra, durante cinco dias à 15°C (Cx 5D 15°C);
- Teste de frio com terra, durante três dias à 10°C (Cx 3D 10°C);
- Teste de frio com terra, durante três dias à 15°C (Cx 3D 15°C).

Após o período de permanência sob temperaturas de 10°C e 15°C, as caixas foram retiradas e colocadas sob condições de ambiente não controlado do LAS/LPV/ESALQ/USP, onde permaneceram por sete dias, quando foi realizada a contagem das plântulas emergidas, conforme Cicero & Vieira (1994). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Teste de frio em rolo de papel com terra

Foram instaladas quatro repetições de 100 sementes, para cada lote de cada cultivar, em rolos de papel toalha Germitest, umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel.

As sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel e cobertas com uma fina camada de terra, proveniente de área cultivada com feijão e, a seguir, cobertas com uma terceira folha de papel, fazendo-se, então, os rolos. Esses rolos foram colocados em caixas plásticas, vedadas e, em seguida, mantidos nas condições descritas a seguir:

- Teste de frio, em rolo de papel com terra, durante sete dias à 10°C (RPCT 7D 10°C);
- Teste de frio, em rolo de papel com terra, durante sete dias à 15°C (RPCT 7D 15°C);
- Teste de frio, em rolo de papel com terra, durante cinco dias à 10°C (RPCT 5D 10°C);
- Teste de frio, em rolo de papel com terra, durante cinco dias à 15°C (RPCT 5D 15°C);
- Teste de frio, em rolo de papel com terra, durante três dias à 10°C (RPCT 3D 10°C);
- Teste de frio, em rolo de papel com terra, durante três dias à 15°C (RPCT 3D 15°C).

Decorridos os respectivos períodos, os rolos foram transferidos para o germinador, à temperatura de 25°C, por quatro dias e, em seguida, foram efetuadas as contagens de plântulas normais, conforme Loeffler et al. (1985). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Teste de frio em rolo de papel sem terra

Os procedimentos foram semelhantes aos descritos no item anterior, com exceção de que as sementes não foram cobertas por uma fina camada de terra. As condições são descritas a seguir:

- Teste de frio, em rolo de papel com terra, durante sete dias à 10°C (RPST 7D 10°C);
- Teste de frio, em rolo de papel com terra, durante sete dias à 15°C (RPST 7D 15°C);
- Teste de frio, em rolo de papel com terra, durante cinco dias à 10°C (RPST 5D 10°C);
- Teste de frio, em rolo de papel com terra, durante cinco dias à 15°C (RPST 5D 15°C);
- Teste de frio, em rolo de papel com terra, durante três dias à 10°C (RPST 3D 10°C);
- Teste de frio, em rolo de papel com terra, durante três dias à 15°C (RPST 3D 15°C).

Outras determinações utilizadas para avaliar a qualidade dos lotes de sementes

Determinação do grau de umidade

Foi determinado pelo método de estufa à 105°C ± 3°C durante 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Teste padrão de germinação

Foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes para cada lote de cada cultivar, em rolos de papel toalha, em germinador regulado à 25°C. A quantidade de água adicionada foi

equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, visando adequado umedecimento, e consequentemente uniformização do teste. As contagens, no 4º e 7º dias após a semeadura, seguiram os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), com os resultados expressos em porcentagem.

Primeira contagem de germinação

Foi conduzida juntamente com o teste padrão de germinação, registrando a porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de germinação.

Envelhecimento acelerado

Foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes de cada lote, de cada cultivar empregando-se o "método gerbox", citado por Marcos Filho (1994) sob condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar (41°C e 100% UR), durante 72 horas. Decorrido esse período, as sementes foram colocadas em rolos de papel Germitest e postas a germinar de maneira semelhante a descrita para o teste de germinação. A interpretação do teste foi realizada no 4º dia após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Condutividade elétrica

Conduzido através do sistema de massa, com quatro repetições de 50 sementes para cada lote de cada cultivar. As sementes foram pesadas com precisão de duas casas decimais e, em seguida, colocadas em copos plásticos de 200 ml, com 75 ml de água destilada e mantidas em germinador à temperatura constante de 25°C. Após 24 horas de embebição, a condutividade elétrica da solução foi determinada em condutivímetro e os resultados expressos em $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, de acordo com metodologia descrita por Vieira (1994).

Emergência das plântulas em campo

O teste foi conduzido na área experimental do LPV/ESALQ/USP, com quatro repetições de 100 sementes para cada lote de cada cultivar. O solo foi mantido com umidade suficiente, através de irrigações, para permitir o desenvolvimento das plântulas. A semeadura foi realizada em duas épocas, sendo a primeira em 05/12/97 e a segunda em 15/04/98. A semeadura

foi feita a uma profundidade de 3-4 cm e a avaliação das plântulas emergidas realizada 15 dias após a semeadura.

Sanidade

O teste de sanidade foi conduzido pelo método do papel de filtro sem congelamento, conforme Neegard (1977), com a utilização de 200 sementes para cada lote de cada cultivar, com o objetivo de se constatar a presença de possíveis microrganismos nas sementes que pudessem interferir no desenvolvimento do trabalho.

Delineamento estatístico

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado com 18 tratamentos correspondentes às metodologias utilizadas no teste de frio. Os dados percentuais sofreram transformações em Arco Seno (%/100)^{0,5}. A análise da variância para as metodologias do teste de frio foi realizada separadamente para cada lote em cada cultivar. Os dados obtidos nos testes de primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e emergência de plântulas em campo foram submetidos à análise de correlação simples com as diferentes metodologias do teste de frio, com sua significância testada através do teste t. Na execução das análises estatísticas foi utilizado o "Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores – SANEST".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância para sementes do cultivar Carioca Comum permitiu verificar diferenças estatísticas significativas entre as metodologias utilizadas no teste de frio nos lotes 1 e 2, enquanto para o lote 3 essas diferenças não ocorreram.

Na TABELA 1, observa-se que, para as sementes do lote 1, na primeira época, as metodologias que proporcionaram maior redução de porcentagem de plântulas normais, ou seja, as mais drásticas em ordem decrescente foram: rolo de papel com terra, com sete dias de exposição à 15°C, caixa, com sete dias à 10°C e rolo de papel com terra, com cinco dias à 15°C.

Para o lote 2, a metodologia que proporcionou menor porcentagem de plântulas normais foi a de rolo de papel com terra, nos

tratamentos de sete e cinco dias de exposição à 15°C (TABELA 1). Nesses casos, verificou-se uma elevada incidência de fungos (*Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Alternaria* sp.), que foi diretamente proporcional ao período de exposição das sementes sob essas condições, as quais, são favoráveis ao desenvolvimento destes. Não foi detectada a presença de fungos em todos os tratamentos com períodos de três dias à 15°C. Pode-se atribuir tal fato, ao tempo insuficiente para o seu desenvolvimento. Segundo Cardoso (1994), estes fungos sobrevivem saprofiticamente no solo, geralmente nas camadas superficiais (± 10 cm), devido a sua forte dependência de oxigênio e são favorecidos por umidades próximas à saturação. A mesma metodologia, porém com temperatura de 10°C, pode não ter propiciado condições favoráveis ao desenvolvimento dos fungos *Rhizoctonia* e *Fusarium*, uma vez que esses não chegaram a interferir nos resultados do teste. Resultados semelhantes foram observados por Wong et al. (1984) e Nijenstein (1995), os quais afirmaram que a umidade e a temperatura do solo afetam a severidade das doenças causadas por *Rhizoctonia* e *Fusarium*.

Segundo Stockwell & Hanchey (1984), o feijoeiro é suscetível aos patógenos *Rhizoctonia* e *Fusarium*, na germinação e emergência, reduzindo essa suscetibilidade à medida que a planta se desenvolve, devido a lignificação dos tecidos e o engrossamento da parede celular pela deposição de pectatos de cálcio. Assim, durante a germinação e emergência da plântula, qualquer condição favorável ao desenvolvimento dos fungos é extremamente prejudicial à plântula de feijão, por estar na sua fase mais suscetível à patógenos. No entanto, a capacidade da semente produzir plântulas normais pode ser aumentada caso seja realizado o tratamento de sementes com fungicida. Segundo Cicero e Vieira (1994), o teste de frio é adequado para avaliar a eficiência do tratamento fungicida. Woltz et al. (1998) obtiveram resultados onde sementes de milho sem tratamento, sofreram elevada redução de porcentagens de plântulas normais devido ao período de exposição a baixas temperaturas e alta umidade do substrato. Já, com sementes tratadas com Captan esses fatores tiveram pequena influência.

Ainda no lote 2, apesar de não terem diferido estatisticamente, os tratamentos com maior porcentagem de plântulas normais foram os de caixa com sete dias de exposição à 10°C

e cinco dias à 15°C. Para o lote 3 (TABELA 1), não foram verificadas diferenças significativas entre as metodologias estudadas, ou seja, apesar de alguns tratamentos apresentarem valores inferiores, esses não diferiram dos demais tratamentos.

A análise da variância para a segunda época revelou, pelo teste de F, que não houve diferenças significativas entre as metodologias para os três lotes estudados. Na TABELA 2, encontram-se os valores médios de porcentagem de plântulas normais para os três lotes do cultivar Carioca Comum. O efeito da baixa temperatura e do período de exposição a baixas temperaturas é tanto maior quanto menor for o vigor do lote de sementes, principalmente quando essas não são tratadas com fungicidas, e são submetidas a testes em substratos provenientes do campo de

produção (Woltz et al., 1998). Nesse caso, nota-se que as sementes apresentam vigor elevado e, portanto, não sofreram influência significativa desses fatores.

Na análise realizada para o cultivar IAC Carioca na primeira época (TABELA 3), constatou-se diferença significativa para os três lotes estudados. Os resultados do lote 1 mostraram que, o tratamento que proporcionou menor porcentagem de plântulas normais foi o rolo de papel com terra no período de exposição de sete dias à 15°C, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Neste mesmo lote, o tratamento que proporcionou maior porcentagem de plântulas normais foi o tratamento caixa com três dias à 15°C, apesar de não ter diferido significativamente da maioria dos tratamentos. Para o lote 2, os tratamentos que proporcionaram

TABELA 1 - Médias¹ de plântulas emergidas e normais (%) e coeficientes de variação (%) referentes às diferentes metodologias do teste de frio realizados com os lotes de sementes de feijão, cultivar Carioca Comum, 1ª época.

Tratamentos ²	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Cx 7D 10°C	55,6 cd	97,2 a	82,6 a
Cx 7D 15°C	96,7 a	79,6 abcd	82,7 a
Cx 5D 10°C	84,3 abc	96,0 ab	85,7 a
Cx 5D 15°C	95,8 a	96,6 a	90,1 a
Cx 3D 10°C	87,9 a	96,3 ab	86,7 a
Cx 3D 15°C	94,8 a	95,3 ab	90,6 a
RPCT 7D 10°C	89,6 a	89,2 abcd	75,2 a
RPCT 7D 15°C	44,6 d	71,8 cd	74,5 a
RPCT 5D 10°C	89,6 a	89,9 abcd	81,6 a
RPCT 5D 15°C	59,5 bcd	67,1 d	81,0 a
RPCT 3D 10°C	92,7 a	92,5 abc	78,5 a
RPCT 3D 15°C	89,2 a	86,1 abcd	81,7 a
RPST 7D 10°C	84,2 abc	87,5 abcd	73,8 a
RPST 7D 15°C	90,2 a	75,6 bcd	85,2 a
RPST 5D 10°C	90,7 a	94,4 abc	79,0 a
RPST 5D 15°C	90,6 a	81,2 abcd	80,8 a
RPST 3D 10°C	87,7 ab	90,4 abcd	74,6 a
RPST 3D 15°C	91,8 a	86,7 abcd	76,8 a
CV	10,8	10,1	8,7

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

²Cx = Caixa; RPCT = Rolo de papel com terra; RPST= rolo de papel sem terra e D=dias de exposição.

maior redução de porcentagem de plântulas normais foram o rolo de papel com terra, com cinco e sete à 15°C. O tratamento que apresentou valor mais elevado foi o rolo de papel com terra com três dias à 10°C. Para o lote 3, novamente foi observado que o rolo de papel com terra com sete dias à 15°C mostrou-se mais drástico em relação aos demais tratamentos, ao passo que o tratamento que apresentou maior porcentagem de plântulas normais foi caixa com cinco dias à 15°C.

Na análise realizada na segunda época para o cultivar IAC Carioca, observou-se diferença significativa nos três lotes estudados (TABELA 4). Os resultados mostraram que, para o lote 1, o tratamento que proporcionou menor porcentagem de plântulas normais foi o

tratamento caixa com cinco dias à 10°C e o que apresentou valor mais elevado foi observado no rolo de papel sem terra com cinco dias à 15°C. Para o lote 2, verificou-se que o tratamento rolo de papel com terra com sete dias à 15°C foi, como nos outros cultivares e épocas, o que apresentou o menor valor entre as metodologias, apesar de não ter diferido significativamente dos outros tratamentos. Ainda, com relação ao lote 2, a maior porcentagem de plântulas normais foi encontrada no tratamento rolo de papel sem terra com três dias à 15°C. Os resultados obtidos para o lote 3 revelaram a mesma tendência dos resultados obtidos para os demais lotes em relação ao tratamento mais drástico, sendo que, neste caso, os tratamentos com maior porcentagem de plântulas normais foram caixa

TABELA 2 - Médias¹ de plântulas emergidas e normais (%) e coeficientes de variação (%) referentes às diferentes metodologias do teste de frio realizados com os lotes de sementes de feijão, cultivar Carioca Comum, 2ª época.

Tratamentos ²	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Cx 7D 10°C	91,0 a	83,6 a	86,4 a
Cx 7D 15°C	94,4 a	93,1 a	86,8 a
Cx 5D 10°C	88,7 a	89,3 a	79,9 a
Cx 5D 15°C	95,7 a	93,7 a	79,9 a
Cx 3D 10°C	94,6 a	87,5 a	84,2 a
Cx 3D 15°C	91,2 a	89,9 a	84,8 a
RPCT 7D 10°C	91,6 a	88,1 a	83,1 a
RPCT 7D 15°C	88,3 a	89,4 a	78,5 a
RPCT 5D 10°C	95,7 a	91,6 a	88,1 a
RPCT 5D 15°C	86,0 a	93,2 a	75,7 a
RPCT 3D 10°C	94,7 a	95,2 a	82,1 a
RPCT 3D 15°C	89,3 a	95,1 a	87,6 a
RPST 7D 10°C	93,7 a	91,9 a	87,1 a
RPST 7D 15°C	94,6 a	91,3 a	89,0 a
RPST 5D 10°C	90,0 a	93,7 a	88,6 a
RPST 5D 15°C	96,1 a	95,1 a	85,2 a
RPST 3D 10°C	95,8 a	90,6 a	86,2 a
RPST 3D 15°C	94,4 a	94,1 a	86,1 a
C.V.	6,0	7,3	6,0

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

²Cx = Caixa; RPCT = Rolo de papel com terra; RPST= rolo de papel sem terra e D=dias de exposição.

com três dias à 10°C e rolo de papel sem terra com cinco dias à 15°C.

De maneira geral, pode-se verificar que, as sementes quando submetidas aos períodos maiores de exposição às baixas temperaturas sofrem maior estresse que quando submetidas aos períodos menores, ocasionando uma menor porcentagem de plântulas normais. Segundo Wassink e Hoefman (1992), isto se deve ao fato de que, em períodos de frio mais prolongados, verifica-se uma maior exsudação de açúcares da semente, favorecendo o desenvolvimento de patógenos e, conseqüentemente, prejudicando o desempenho fisiológico das sementes.

As metodologias que envolveram terra (rolo de papel com terra e caixa) foram mais drásticas em comparação com as que não

envolveram (rolo de papel sem terra). De acordo com Campos (1998), isto se deve provavelmente à atividade de microrganismos no solo, que é um fator crítico no teste de frio. Ainda, segundo Woltz et al (1998) quando a semente é realizada em substrato proveniente de campos de produção, a porcentagem de plântulas normais é reduzida sensivelmente. No entanto, quando se realiza o tratamento de sementes ou quando a semente é realizada em solos esterilizados, esses valores aumentam significativamente.

Em relação ao tratamento mais drástico, os diferentes cultivares nas diferentes épocas se mostraram, de maneira geral, semelhantes; entretanto, é importante a utilização de metodologias do teste de frio, que mais se aproximem dos resultados obtidos por outros de

TABELA 3 - Médias¹ de plântulas emergidas e normais (%) e coeficientes de variação (%) referentes às diferentes metodologias do teste de frio realizados com os lotes de sementes de feijão, cultivar IAC Carioca, 1ª época.

Tratamentos ²	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Cx 7D 10°C	93,6 abc	84,4 abc	95,4 abc
Cx 7D 15°C	86,5 abc	87,1 ab	83,9 abc
Cx 5D 10°C	97,4 abc	81,0 abc	85,9 abc
Cx 5D 15°C	98,7 ab	91,9 ab	99,3 a
Cx 3D 10°C	95,9 abc	90,0 ab	93,7 abc
Cx 3D 15°C	99,4 a	88,6 ab	96,7 ab
RPCT 7D 10°C	90,5 abc	81,4 abc	69,8 cd
RPCT 7D 15°C	37,7 d	64,1 c	35,4 d
RPCT 5D 10°C	80,2 c	91,0 ab	90,1 abc
RPCT 5D 15°C	83,7 bc	63,7 c	79,3 bc
RPCT 3D 10°C	88,0 abc	92,4 a	89,0 abc
RPCT 3D 15°C	96,1 abc	83,2 abc	86,9 abc
RPST 7D 10°C	95,7 abc	73,1 bc	96,7 ab
RPST 7D 15°C	92,9 abc	88,8 ab	91,6 abc
RPST 5D 10°C	92,4 abc	91,9 ab	90,5 abc
RPST 5D 15°C	90,7 abc	79,6 abc	88,7 abc
RPST 3D 10°C	93,0 abc	91,0 ab	95,7 abc
RPST 3D 15°C	97,7 abc	84,9 abc	89,3 abc
C.V.	9,4	8,6	12,2

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

²Cx = Caixa; RPCT = Rolo de papel com terra; RPST= rolo de papel sem terra e D=dias de exposição.

testes de vigor. Para que se pudesse obter esta informação, uma das maneiras foi correlacionar o resultado de cada metodologia do teste de frio com os resultados de outros testes de vigor como primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e emergência de plântulas em campo (TABELAS 5 e 6) dos diferentes lotes e cultivares nas diferentes épocas. Verificou-se que os tratamentos rolo de papel sem terra, com três dias de exposição, nas temperaturas de 10°C e 15°C, apresentaram valores de correlação de 0,80 e 0,84, respectivamente, com o teste de primeira contagem de germinação (TABELA 7).

Outros resultados interessantes foram observados nos tratamentos de rolos de papel sem

terra com cinco dias de exposição nas temperaturas de 10°C e 15°C e no tratamento com rolo de papel com terra com sete dias à 10°C, que apresentaram correlações entre 0,70 e 0,77 com a primeira contagem de germinação. Correlações em torno de 0,60 ocorreram com os tratamentos rolo de papel com terra com três dias de exposição nas temperaturas de 10°C e 15°C e rolo de papel sem terra com sete dias de exposição à 10°C.

As maiores correlações entre as metodologias do teste de frio e emergência de plântulas em campo ocorreram nos seguintes tratamentos: rolo de papel com terra com três dias à 10°C, rolo de papel sem terra com cinco dias à 15°C e rolo de papel com terra com sete dias à 15°C, que apresentaram correlações de

TABELA 4 - Médias¹ de plântulas emergidas e normais (%) e coeficientes de variação (%) referentes às diferentes metodologias do teste de frio realizados com os lotes de sementes de feijão, cultivar IAC Carioca, 2ª época.

Tratamentos ²	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Cx 7D 10°C	87,9 bcd	72,8 def	91,5 abcd
Cx 7D 15°C	90,7 abcd	74,7 cdef	90,1 abcd
Cx 5D 10°C	63,3 e	68,5 ef	78,6 d
Cx 5D 15°C	96,0 ab	79,7 bcdef	93,8 abcd
Cx 3D 10°C	94,6 abc	80,2 abcdef	97,3 a
Cx 3D 15°C	93,1 abc	82,2 abcdef	91,8 abcd
RPCT 7D 10°C	86,3 bcd	71,1 ef	88,7 abcd
RPCT 7D 15°C	71,2 de	65,7 f	78,2 d
RPCT 5D 10°C	86,2 bcde	85,2 abcde	83,5 bcd
RPCT 5D 15°C	77,6 cde	70,6 ef	80,9 cd
RPCT 3D 10°C	90,0 abcd	91,2 ab	91,5 abcd
RPCT 3D 15°C	87,5 bcd	90,7 ab	93,7 abcd
RPST 7D 10°C	91,3 abcd	92,4 ab	95,0 abc
RPST 7D 15°C	96,8 ab	90,0 abc	96,8 ab
RPST 5D 10°C	95,2 ab	92,1 ab	91,9 abcd
RPST 5D 15°C	99,5 a	89,1 abcd	98,2 a
RPST 3D 10°C	96,7 ab	92,3 ab	95,3 abc
RPST 3D 15°C	96,7 ab	93,8 a	95,7 abc
C.V.	8,3	7,2	7,4

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

²Cx = Caixa; RPCT = Rolo de papel com terra; RPST= rolo de papel sem terra e D=dias de exposição.

0,68, 0,66 e 0,61, respectivamente. Para os demais testes as correlações foram muito baixas, com exceção do tratamento caixa com sete dias à 15°C, que apresentou correlação de 0,71 com o envelhecimento acelerado.

De maneira geral, as metodologias que não envolveram terra (rolo de papel sem terra) mostraram maiores correlações com os outros testes de vigor, devido a menor variabilidade de resultados. Fratin (1987) trabalhando com sementes de milho obteve coeficientes de variação significativamente menores para o teste de frio realizado sem terra do que quando realizado com terra, demonstrando assim maior uniformidade dos resultados entre as repetições. Obteve ainda, no teste de frio sem terra, menor severidade às doenças consequência da ausência ou menor incidência de microrganismos prejudiciais às sementes. Resultados semelhantes foram obtidos por Campos (1998)

trabalhando com sementes de arroz, onde a metodologia de rolo de papel sem terra com período de exposição de sete dias e sob temperatura de 10°C mostrou maior número de correlações com outros testes de vigor, como os de condutividade elétrica e emergência de plântulas em campo. Os resultados obtidos com a metodologia de rolo de papel sem terra apresentaram menor variabilidade que, segundo Loeffler et al. (1985), é proporcionada pela ausência de terra, permitindo uma avaliação direta dos efeitos de baixa temperatura e alto teor de água nas sementes, sem a interferência de outros fatores, conseqüentemente, os efeitos são menos drásticos que os observados em metodologias com terra. Nesse caso, não existe a interferência da microbiota presente no solo, o que pode facilitar a padronização da metodologia e a uniformidade de resultados obtidos entre laboratórios e entre analistas (Cicero & Vieira, 1994).

TABELA 5 - Grau de umidade (GU), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e emergência de plântulas em campo (EC) dos lotes de sementes de feijão, cultivares Carioca Comum (CC) e IAC Carioca (IACC), 1ª época.

Cultivar/Lote	GU (%)	G (%)	PCG (%)	EA (%)	CE ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	EC (%)
CC - L1	12,3	94	87	94	61	90
CC - L2	12,8	96	89	80	57	94
CC - L3	11,9	87	77	92	55	87
IACC- L1	12,5	99	93	92	69	87
IACC- L2	12,0	94	87	92	70	90
IACC- L3	12,7	97	86	77	77	90

TABELA 6 - Grau de umidade (GU), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e emergência de plântulas em campo (EC) dos lotes de sementes de feijão, cultivares Carioca Comum (CC) e IAC Carioca (IACC), 2ª época.

Cultivar/Lote	GU (%)	G (%)	PCG (%)	EA (%)	CE ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	EC (%)
CC - L1	13,5	97	94	87	71	97
CC - L2	13,0	98	92	88	75	97
CC - L3	13,4	93	88	87	75	89
IACC- L1	13,4	99	96	90	65	95
IACC- L2	13,2	95	85	70	63	94
IACC- L3	13,3	99	93	88	54	99

TABELA 7 - Valores de correlação entre as diferentes metodologias do teste de frio e primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e emergência de plântulas em campo (EC).

Tratamentos	PCG	EA	CE	EC
Cx 7D 10°C	0,33	-0,16	0,18	0,16
Cx 7D 15°C	0,51	0,71	0,21	0,25
Cx 5D 10°C	-0,05	0,20	0,10	-0,25
Cx 5D 15°C	0,38	0,34	-0,01	0,08
Cx 3D 10°C	0,58	0,25	-0,14	0,27
Cx 3D 15°C	0,28	0,33	-0,06	-0,18
RPCT 7D 10°C	0,70	0,58	-0,11	0,35
RPCT 7D 15°C	0,17	0,05	-0,11	0,61
RPCT 5D 10°C	0,23	-0,11	0,48	0,38
RPCT 5D 15°C	0,31	0,05	0,32	0,30
RPCT 3D 10°C	0,61	-0,15	0,14	0,68
RPCT 3D 15°C	0,62	-0,03	0,16	0,39
RPST 7D 10°C	0,64	-0,42	0,27	0,47
RPST 7D 15°C	0,52	0,22	0,28	0,31
RPST 5D 10°C	0,77	-0,22	0,23	0,51
RPST 5D 15°C	0,74	0,07	0,09	0,66
RPST 3D 10°C	0,80	-0,29	0,33	0,57
RPST 3D 15°C	0,84	-0,08	0,18	0,53

Cx = Caixa; RPCT = Rolo de papel com terra; RPST= rolo de papel sem terra e D=dias de exposição.

As baixas correlações observadas em algumas situações não podem ser consideradas como falta de associação entre alguns testes de vigor e as metodologias do teste de frio. Para que a correlação possa ser efetivamente usada para decidir a melhor metodologia, um número maior de lotes com diferentes qualidades fisiológicas deve ser testado para uma precisão maior da medida de correlação. No entanto, os resultados observados no presente trabalho discriminaram as metodologias de teste de frio que, numa próxima etapa, poderão ser utilizadas para aferir qual ou quais delas devem ser recomendadas para sementes de feijão.

CONCLUSÃO

A análise dos dados e a interpretação dos resultados obtidos no presente trabalho permitiu concluir que a metodologia de rolo de papel sem terra, com períodos de exposição de três e cinco dias à 10°C e à 15°C, proporcionou as melhores

correlações com a primeira contagem de germinação e com a emergência de plântulas em campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. East Lansing: AOSA 1983. 93p. (Contribution, 32).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CAMPOS, V.C. Metodologia do teste de frio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado. Pelotas, 1998. 63p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas.
- CARDOSO, J.E. Podridões radiculares. In: SARTORATO, A.; RAVA, C.A. (Ed.) **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1994. p.151-164.
- CICERO, S.M.; VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.151-164.

- FRATIN, P. Comparação entre métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1987. 191p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- LOEFFLER, T.M.; MEYER, J.L.; BURRIS, J.S. Comparison of two test procedures for use in maize drying studies. **Seed Science and Technology**, v.13, n.3, p.653-658, 1985.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-150.
- MARCOS FILHO, J.; SILVA, A.E.; CICERO, S.M.; GONÇALVES, C.A.R. Efeitos do tamanho da semente sobre a germinação, o vigor e a produção do milho (*Zea mays*, L.). **Anais da ESALQ**, v.34, p.327-337, 1977.
- NEEGARD, P. **Seed pathology**. London: Mac Millan, 1977. 1187 p.
- NIJENSTEIN, J.H. Soil cold test – European perspective. In: SEED VIGOUR TESTING SEMINAR, Copenhagen, 1995. **Proceedings**. Zurich: ISTA, 1995. p.34-49.
- SILVA, W.R.; MARCOS FILHO, J. Efeitos do peso e do tamanho das sementes de milho sobre a germinação e o vigor em laboratório. **Revista Brasileira de Sementes**, v.1, n.1, p.39-52, 1979.
- STOCKWELL, V.O.; HANCHEY, P. The role of the cuticle in resistance of beans to *Rhizoctonia solani*. **Phytopathology**, v.74, p.1640-1642, 1984.
- TEKRONY, D.M. Seed vigour testing: 1982. **Journal of Seed Technology**, v.8, n.1, p.55-60, 1983.
- THRONEBERRY, G.O.; SMITH, F.G. Relation of respiratory and enzymatic activity to corn seed viability. **Plant Physiology**, v.30, n.4, p.337-343, 1955.
- VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.
- WAES, J.V. The use of cold test to predict field emergence of maize in official variety trials in Belgium. **Seed Science and Technology**, v.23, n.1, p.211-224, 1995.
- WASSINK, H., HOEFMAN, R. De factor van de liggig. **Boerdery**, v.77, n.25, p.27, 1992.
- WOLTZ, J.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; VINCELLI, P. Corn cold test germination as influenced soil moisture, temperature and Pathogens. **Seed Technology**, v.20, n.1, p.57-70, 1998.
- WONG, D.H.; BARBETTI, M.J.; SIVASITHAMPARAM, K. Effects of soil temperature and moisture on the patogenicity of fungi associated with root rot of subterranean clover. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.35, p.675-684, 1984.

Recebido para publicação em 04.12.98
Aceito para publicação em 02.09.99