

Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro

Vigor tests to evaluate the physiological quality of bean seeds

Hugo T.R. Amaro^{1*}, Andréia M.S.S. David², Miquéias O. Assis¹, Bruno R.A. Rodrigues², Lucas V.S. Cangussú² e Marina B. Oliveira²

¹ Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa – UFV. Avenida Peter Henry Rolfs, s/n Campus Universitário, Viçosa – MG, Brasil.
E-mails: *htiagoamaro@yahoo.com.br, *author for correspondence; miqueias.assis@ufv.br,

² Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes. Caixa Postal 91, Campus Janaúba – MG, Brasil.
E-mails: andreia.david@unimontes.br; rafabrunoalves@hotmail.com; lucasvscagro@hotmail.com; mariunim@yahoo.com.br

Recebido/ Received: 2014.09.14
Aceite/Accepted: 2015.05.26

RESUMO

A utilização de testes que viabilizam a classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor representa um auxílio importante às empresas produtoras de sementes. O objetivo do presente trabalho foi estudar a eficiência de diferentes testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. Foram utilizados cinco lotes de sementes de feijoeiro, cultivar ‘Madrepérola’, e a qualidade fisiológica foi determinada pelos seguintes testes: teor de água; peso de mil sementes; germinação; primeira contagem de germinação; emergência de plântulas; índice de velocidade de emergência; comprimento, massa fresca e seca de plântulas; envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e para a comparação das médias entre os lotes utilizou-se o teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson entre os testes avaliados. Os testes de primeira contagem de germinação, índice de velocidade de emergência, comprimento e massa seca de plântulas apresentam sensibilidade para identificar lotes de sementes de feijoeiro, cultivar Madrepérola, com diferentes níveis de vigor, sendo a massa seca de plântulas o mais eficiente para avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

Palavras - chave: germinação, *Phaseolus vulgaris* L., testes de vigor

ABSTRACT

The use of tests that enable the classification of the lots at different levels of force is an important aid to the seed companies. The objective of this work was to study the efficiency of different vigor tests in assessing the physiological quality of bean seeds. We used five batches of bean seeds, cultivate ‘Madrepérola’, and physiological quality was determined by the following tests: water content, thousand seed weight, germination, first count of germination, seedling emergence, speed of emergence index, length, mass fresh and dry seedling; accelerated aging and conductivity. The experimental design was a completely randomized design with four replications. Data were subjected to analysis of variance and comparison of means between batches used the Tukey test at 5% probability. We calculated Pearson correlation coefficients between the tests evaluated. The tests first germination, emergence rate index, length and seedling dry weight show sensitivity for identifying batches of bean seeds, cultivate Madrepérola, with different levels of force, and the seedling dry weight the most efficient for evaluating the physiological seed quality.

Keywords: germination, *Phaseolus vulgaris* L., vigor tests

Introdução

A tecnologia de sementes, como segmento do processo de produção, tem procurado aprimorar os testes usados para avaliar o potencial fisiológico

das mesmas, objetivando resultados que expressem o potencial de desempenho do lote de sementes sob diferentes condições de campo (Dutra

e Vieira, 2004). O uso de sementes de qualidade é um componente essencial para o bom desempenho das culturas, considerando que transporta todo o potencial genético da cultivar e é responsável pela perfeita distribuição espacial das plantas no terreno, e todas essas considerações justificam a importância do estudo e avaliação das sementes (Guimarães *et al.*, 2006).

A qualidade fisiológica da semente é avaliada rotineiramente pelo teste de germinação que, conduzido sob condições ótimas de ambiente, fornece o potencial máximo de germinação, estabelecendo o limite para o desempenho do lote após a sua semeadura (Brasil, 2009). Entretanto, em razão de suas limitações, principalmente quanto à menor sensibilidade para a diferenciação da qualidade e à frequente discrepância dos resultados com a emergência das plântulas em campo, são necessários também os resultados obtidos nos testes de vigor.

O vigor é caracterizado como sendo a soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e a emergência da plântula. Assim, o vigor reflete a manifestação de um conjunto de características que determina o potencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas expostas às mais variadas situações do ambiente (Marcos Filho, 2005). Em adição, os testes de vigor buscam obter respostas complementares às fornecidas pelo teste de germinação, possibilitando a obtenção de informações consistentes (Ohlson *et al.*, 2010).

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) representa uma das principais explorações agrícolas do país, produzido nos mais variados sistemas de cultivo. Nesse sentido, a utilização de sementes de alta qualidade nas áreas de produção é de grande importância (Scheeren *et al.*, 2010), uma vez que o uso de sementes de qualidade é o fator que, isoladamente, mais contribui para a obtenção de altas produtividades de grãos na cultura do feijoeiro.

Diante disso, a utilização de testes que viabilizam a classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor representa um auxílio muito importante às empresas produtoras de sementes para a tomada de decisões quanto à comercialização dos lotes, direcionando-os para locais em que poderiam apresentar maior potencial de desempenho. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo estudar a

eficiência de diferentes testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes do feijoeiro.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros (DCA/Unimontes), campus de Janaúba, MG, durante os meses de julho a setembro de 2011. Foram utilizados cinco lotes de sementes de feijoeiro, cultivar 'Madrepérola', sendo realizados os seguintes testes para avaliação da qualidade fisiológica:

Teor de água: determinado conforme metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009). Utilizou-se o método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 h, com quatro repetições de 50 sementes, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Peso de mil sementes: para a determinação, utilizaram-se oito repetições de 100 sementes, as quais foram pesadas em balança de precisão (0,001 g), seguindo os critérios estabelecidos nas RAS (Brasil, 2009) sendo os resultados expressos em gramas.

Teste de germinação: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, tendo como substrato o rolo de papel "germitest" umedecido com água destilada no volume de 2,5 vezes o peso do papel. As sementes foram colocadas para germinar em um germinador digital previamente regulado à temperatura constante de 25°C . A avaliação da germinação foi realizada no quinto e nono dias após instalação do teste por meio de contagem das plântulas consideradas normais, segundo critérios estabelecidos pelas RAS (Brasil, 2009).

Primeira contagem de germinação: Foi determinada em conjunto com o teste de germinação. Os resultados foram obtidos pelo número de plântulas normais, determinada por ocasião da primeira contagem do teste de germinação, ou seja, no quinto dia após a montagem (Brasil, 2009), e os resultados expressos em porcentagem.

Emergência de plântulas: foi conduzido sob condições ambientais de laboratório, e a semeadura feita a uma profundidade de 3 cm em bandejas plásticas, contendo como substrato areia lavada e esterilizada, umedecida com quantidade de água equivalen-

te a 60% da capacidade de retenção, cuja umidade foi mantida por meio de irrigações diárias (Brasil, 2009). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes e os resultados foram obtidos pelo número de plântulas normais emersas, determinado por ocasião do nono dia após a instalação do teste, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência: O índice de velocidade de emergência foi conduzido em conjunto com o teste de emergência de plântulas, anotando-se diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas que apresentaram alça cotiledonar visível. Ao final do teste, foi calculado o índice de velocidade de emergência, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

Comprimento de plântulas: No final do teste de emergência foi determinado, com o auxílio de uma régua milimetrada, o comprimento médio das plântulas consideradas normais, sendo os resultados expressos em centímetros (cm) por plântula.

Massa fresca e massa seca de plântulas: As plântulas normais obtidas no teste de emergência foram previamente pesadas para obtenção da massa fresca de plântulas. Em seguida, as plântulas de cada repetição foram colocadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C constante, durante 72h. Após este período, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecadores e pesadas em balança de precisão, sendo os resultados expressos em g/plântula.

Envelhecimento acelerado: para o envelhecimento acelerado, foram distribuídas 200 sementes por tratamento sobre a superfície de uma tela metálica fixada e suspensa no interior de caixa plástica tipo gerbox, contendo 40 mL de água destilada, mantida a 41°C e 100% de umidade relativa, por 72 h numa câmara de envelhecimento do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (BOD). Decorrido esse período, as sementes foram retiradas da câmara e postas para germinar nas mesmas condições descritas para o teste de germinação, no qual determinou-se a porcentagem de plântulas normais no quinto dia após a instalação do teste e os resultados expressos em porcentagem.

Condutividade elétrica: foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, sendo pesadas e acondicionadas em copos de plástico descartáveis, com capacidade para 200 mL, con-

tendo 75 mL de água destilada. Logo após, os copos foram levados para câmara BOD, regulada à temperatura de 25°C e as leituras realizadas após o período de 24 horas de embebição, utilizando condutivímetro (digimed dm 31) com resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Procedimento estatístico: O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e de homogeneidade de variância, que indicaram a não necessidade de transformação. Em seguida, os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e para a comparação das médias dos lotes utilizou-se o teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre testes utilizados para avaliar a qualidade fisiológica das sementes. Os dados referentes ao grau de umidade das sementes não foram submetidos à análise estatística.

Resultados e Discussão

A determinação do teor de água, como procedimento inicial na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de feijoeiro (Quadro 1), revelou valores relativamente baixos e uniformes entre os lotes, com variação de 9,4 a 10,7%. Coimbra *et al.* (2009) salientam que o teor de água inicial das sementes é um fator primordial para a padronização dos testes de avaliação de qualidade a serem realizados. O teor elevado de água pode favorecer o desempenho das sementes durante a realização das análises. Esse fato é importante na execução dos testes de qualidade, considerando-se que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (Coimbra *et al.*, 2007).

Verifica-se que não houve diferença ($p > 0,05$) entre os lotes avaliados em relação ao peso de mil sementes, germinação e emergência de plântulas (Quadro 1). O peso de mil sementes é uma medida utilizada para diferentes finalidades, dentre elas a comparação da qualidade de lotes de sementes em diversas espécies. Entretanto, para as sementes de feijoeiro, cultivar Madrepérola, essa variável não foi eficiente em estratificar os lotes em diferentes níveis de vigor.

Conforme já relatado, o teste de germinação não foi

eficiente em estratificar os lotes quanto à qualidade fisiológica de sementes (Quadro 1), justificando assim a necessidade de utilização de testes de vigor para obtenção de informações mais consistentes. Amaro *et al.* (2014) e Braz *et al.* (2008) também verificaram o mesmo comportamento em sementes de crambe e girassol, respectivamente.

Observa-se também que os cinco lotes apresentaram alta porcentagem de germinação, superior a 80%. Este fato é interessante, uma vez que um dos objetivos básicos dos testes de vigor é avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes com germinação semelhante, complementando as informações oferecidas pelo teste de germinação (Marcos Filho, 2005).

O teste de primeira contagem revelou diferenças no potencial fisiológico das sementes, entretanto, em poucos níveis de vigor (Quadro 1). O teste classificou os lotes 2 e 3 como superiores em relação ao lote 5, sendo o lote 1 e 4 de qualidade intermediária. Esse resultado demonstra uma baixa sensibilidade desse teste de vigor, além das já proporcionadas pelo teste de germinação, para a separação em diferentes níveis de qualidade fisiológica dos lotes estudados.

Vanzolini *et al.* (2007) observaram comportamento semelhante aos do presente trabalho, avaliando sementes de soja, tanto para o teste de germinação como para o de primeira contagem. Franzin *et al.* (2004) trabalhando com sementes de alface, verificaram que o teste de primeira contagem repetiu a tendência verificada no teste de germinação, uma vez que, segundo esses autores, são testes conduzidos

concomitantemente, indicando o desempenho de uma população em condições totalmente favoráveis.

Os resultados de emergência de plântulas (Quadro 1) foram semelhantes aos obtidos nos testes de germinação, não demonstrando sensibilidade para separação dos lotes em diferentes níveis de vigor. Verifica-se que o índice de velocidade de emergência revelou diferença entre os lotes analisados, entretanto, com baixa diferenciação entre os lotes. Observa-se também que os resultados apresentaram valores confrontantes com os de primeira contagem, reforçando assim, a necessidade de realização de um maior número de testes que permitam potencializar a classificação segura dos lotes em diferentes níveis de vigor.

Verifica-se, pelos dados apresentados no Quadro 2, que a massa fresca de plântulas e envelhecimento acelerado não revelaram diferenças ($p > 0,05$) entre os lotes avaliados.

Em relação ao teste de envelhecimento acelerado, Freitas e Nascimento (2006) relatam que o teste foi, originalmente, desenvolvido para determinar o potencial de armazenamento das sementes. No entanto, além de estudos com esse objetivo, também têm sido realizados trabalhos para verificar sua eficiência na avaliação do potencial de emergência das plântulas em campo.

Vários trabalhos têm demonstrado resultados interessantes quanto ao uso do teste de envelhecimento acelerado na avaliação do vigor das sementes. Mendes *et al.* (2010) verificaram que o teste de en-

Quadro 1 - Valores médios de teor de água (TA), peso de mil sementes (PMS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de diferentes lotes de sementes de feijão comum, cultivar Madrepérola.

Lote	TA %	PMS g	G%.....	PC	EP	IVE -
1	9,4	221,26 a	83 a	82 ab	92 a	13,8 a
2	10,2	216,49 a	87 a	87 a	93 a	13,2 a
3	10,3	219,49 a	92 a	91 a	95 a	13,2 a
4	9,5	234,65 a	86 a	84 ab	88 a	9,9 b
5	10,7	226,82 a	80 a	77 b	90 a	11,4 ab
C.V (%)	-	5,27	5,56	5,87	10,36	11,38

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

velhecimento acelerado, a 41oC/72-h, proporcionou resultados satisfatórios para avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de mamona do cultivar Al-Guarany. Resultados semelhantes foram observados por Dutra e Vieira (2004) para sementes de soja e Ávila *et al.* (2006), para sementes de rabanete. O teste de envelhecimento acelerado tem sido utilizado em várias empresas de sementes, sendo amplamente estudado em diversas culturas (Nery *et al.*, 2009; Ohlson *et al.*, 2010; Amaro *et al.*, 2014).

Observa-se que o teste de condutividade elétrica não foi eficiente na estratificação dos lotes em diferentes níveis de vigor (Quadro 1). É importante destacar que, mesmo não detectando diferenças de vigor entre os lotes avaliados no presente trabalho, o teste de condutividade elétrica é amplamente utilizado nos programas de controle de qualidade de sementes, sendo um teste rápido, prático e fácil de ser conduzido para determinação do vigor de sementes, não necessitando de muitos equipamentos e treinamento pessoal (Vieira e Krzyzanowski, 1999). Segundo Vidigal *et al.* (2008), o teste foi eficiente para avaliação do vigor de sementes de pimenta. Resultados promissores também foram observados por Souza *et al.* (2009).

separar os lotes pelo vigor. Em sementes de soja, Vanzolini *et al.* (2007) concluíram que o comprimento de plântulas ou de suas partes distinguiram os três lotes de soja somente quando seus resultados médios foram divididos pelo número de sementes em teste, mostrando ser a forma mais eficaz para classificar lotes de alta qualidade e com diferenças sutis de vigor.

Em relação à massa seca de plântulas, observa-se que o teste foi eficiente na estratificação dos lotes em diferentes níveis de vigor (Quadro 2), sendo o mais promissor entre os testes avaliados. Pelo teste, o lote 1 foi classificado como de melhor qualidade, em conformidade com os resultados de comprimento de plântulas, enquanto os demais foram classificados em diversas classes de vigor.

Como os resultados do teste de massa seca são obtidos a partir das plântulas provenientes do teste de emergência, representam uma opção altamente viável para avaliação da qualidade fisiológica de sementes, apresentando baixo custo, não necessitando de equipamentos especiais, não demandam treinamento adicional específico sobre a técnica empregada e são relativamente rápidos.

Quadro 2 - Valores médios do comprimento de plântulas (CP), massa fresca e seca de plântulas (MF e MS), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) de diferentes lotes de sementes de feijão comum, cultivar Madrepérola.

Lote	CP cm pl ⁻¹	MFg.....	MS	EA %	CE μS cm ⁻¹ g ⁻¹
1	29,70 a	68,44 a	5,75 a	74 a	37,79 a
2	24,15 b	70,03 a	3,34 c	75 a	34,01 a
3	26,00 ab	67,83 a	5,37 ab	78 a	36,59 a
4	25,70 ab	68,49 a	3,02 c	68 a	47,30 a
5	23,25 b	68,24 a	4,02 abc	60 a	38,72 a
C.V. (%)	9,28	18,90	10,36	17,86	13,01

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comprimento de plântulas revelou diferenças entre os lotes, classificando o lote 1 como de melhor qualidade em relação aos lotes 2 e 5, enquanto os lotes 3 e 4 foram classificados em nível intermediário de vigor (Quadro 2). Franzin *et al.* (2004) observaram que o uso do teste de comprimento de plântulas não mostrou sensibilidade suficiente para indicar diferenças significativas capazes de

Os testes de comprimento e matéria seca de plântulas são testes onde consideram que lotes apresentando sementes mais vigorosas, originarão plântulas com maiores taxas de desenvolvimento e ganho de massa, em função destas apresentarem maior capacidade de transformação dos tecidos e suprimento das reservas armazenadas, sendo então eficientes na avaliação do vigor de sementes.

Resultados semelhantes aos do presente trabalho foram verificados por Vanzolini *et al.* (2007), observando a estratificação do vigor em sementes de soja pela massa de matéria seca de plântulas. Já Muniz *et al.* (2004) observaram, em sementes de melão, que tanto o teste de comprimento como a massa seca de plântulas não mostraram sensibilidade suficiente para realizar uma estratificação dos lotes pelo vigor.

O Quadro 3 apresenta os coeficientes de correlação de Pearson entre os testes aplicados para avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de

et al. (2005) observaram correlação significativa entre o teste de condutividade elétrica como teste de emergência de plântulas em campo.

O mesmo comportamento foi observado para a massa seca de plântulas, verificando correlação significativa com a maioria dos testes (Quadro 3). Mesmo apresentado independência de resultados entre algumas variáveis, esse teste foi considerado o mais sensível para diferenciar os lotes (Quadro 2), sendo promissor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro, conforme já relatado anteriormente.

Quadro 3 - Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as variáveis analisadas nos testes para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão, cultivar Madrepérola.

Testes	Testes								
	GE	PC	EP	IVE	EA	CE	CP	MF	MS
PMS	-0,146 ^{ns}	-0,244 ^{ns}	-0,128 ^{ns}	-0,522**	-0,131 ^{ns}	0,539**	0,162 ^{ns}	0,302 ^{ns}	0,507*
GE		0,960**	0,452*	0,167 ^{ns}	0,616*	-0,073 ^{ns}	0,073 ^{ns}	0,038 ^{ns}	0,385*
PC			0,415*	0,244 ^{ns}	-0,089 ^{ns}	-0,069 ^{ns}	0,154 ^{ns}	0,063 ^{ns}	0,251 ^{ns}
EP				0,437*	0,152 ^{ns}	0,225 ^{ns}	-0,191 ^{ns}	0,313 ^{ns}	-0,099 ^{ns}
IVE					0,206 ^{ns}	-0,440*	0,302 ^{ns}	0,317 ^{ns}	-0,537*
EA						-0,083 ^{ns}	-0,029 ^{ns}	0,040 ^{ns}	-0,027 ^{ns}
CE							-0,262 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,590**
CP								0,135 ^{ns}	0,628**
MF									0,320*

ns - Não significativo; (**), (*) Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

feijoeiro, cultivar 'Madrepérola'. Observa-se que, embora o peso de mil sementes, germinação, emergência de plântulas e condutividade elétrica terem se correlacionado com vários testes, não apresentaram sensibilidade suficientemente para separar os lotes de sementes de feijoeiro em função do vigor, como observado nos Quadros 1 e 2.

Para os testes que apresentaram diferença significativa entre os lotes (PC, IVE, CP, MS), observa-se que o índice de velocidade de emergência correlacionou-se com vários testes avaliados, e ao se correlacionarem, evidenciaram ser afetados por um fator extrínseco em comum, certamente a qualidade dos lotes estudados. Coelho *et al.* (2010), caracterizando genótipos crioulos de feijoeiro-comum quanto ao potencial fisiológico das sementes, observaram associação positiva entre o porcentual de germinação inicial e o comprimento de raiz primária e negativa com a massa de 100 sementes. Ávila

Conclusão

Dentre os métodos estudados, os testes de primeira contagem de germinação, índice de velocidade de emergência, comprimento e massa seca de plântulas apresentam sensibilidade para identificar lotes de sementes de feijoeiro, cultivar Madrepérola, com diferentes níveis de vigor, sendo a massa seca de plântulas o mais eficiente para avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por concessão de bolsa ao primeiro autor do trabalho; à Fundação de amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do trabalho.

Referências bibliográficas

- Amaro, H.T.R.; David, A.M.S.S.; Silva Neta, I.C.; Assis, M.O.; Araujo, E.F. e Araujo, R.B. (2014) - Teste de envelhecimento acelerado em sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), cultivar FMS Brillhante. *Revista Ceres*, vol. 61, n. 3, p. 202-208.
- Ávila, M.R.; Lucca e Braccini, A.; Scapim, C.A.; Martorelli, D.T. e Albrecht, L.P. (2005) - Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 27, n. 1, p. 62-76.
- Ávila, P.F.V.; Villela, F.A. e Ávila, M.S.V. (2006) - Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 28, n. 1, p. 52-58.
- Brasil (2009) - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: DNDV/CLAV, 365 p.
- Braz, M.R.S.; Castro, C.S.B.F.P. e Rosseto, C.A.V. (2008) - Testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de aquênios de girassol. *Ciência Rural*, vol. 38, n. 7, p. 1857-1863.
- Coelho, C.M.M.; Mota, M.R.; Souza, C.A. e Mi-quelluti, D.J. (2010) - Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijoeiro crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, n. 3, p. 097-105.
- Coimbra, R.A.; Martins, C.C.; Tomaz, C.A. e Nakagawa, J. (2009) - Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce (sh2). *Ciência Rural*, vol. 39, n. 9, p. 2402-2408.
- Coimbra, R.A.; Tomaz, C.A.; Martins, C.C. e Nakagawa, J. (2007) - Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 29, n. 1, p. 92-97.
- Dutra, A.S. e Vieira, D.V. (2004) - Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. *Ciência Rural*, vol. 34, n. 3, p. 715-721.
- Franzin, S.M.; Menezes, N.L.; Garcia, D.C. e Wrasse, C.F. (2004) - Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 26, p. 63-69.
- Freitas, R.A. e Nascimento, W.M. (2006) - Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 28, n. 3, p. 59-63.
- Guimarães, R.M.; Oliveira, J.A. e Vieira, A.R. (2006) - Aspectos fisiológicos de sementes. *Informe Agropecuário*, vol. 27, n. 232, p. 40.
- Maguire, J.D. (1962) - Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, vol. 02, n. 2, p. 176-177.
- Marcos Filho, J. (2005) - *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 495 p.
- Mendes, R.C.; Dias, D.C.F.S.; Pereira, M.D. e Dias, L.A.S. (2010) - Testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 34, n. 1, p.114-120.
- Muniz, M.F.B.; Gonçalves, N.; Garcia, D.C. e Kulczynski, S. M. (2004) - Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de melão. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 26, n. 1, p. 144-149.
- Nery, M.C.; Carvalho, M.L.M. e Guimarães, R.M. (2009) - Testes de vigor para avaliação da qualidade de sementes de nabo forrageiro. *Informativo ABRATES*, vol. 19, n. 1, p. 09-20.
- Ohlson, O.C.; Krzyzanowski, F.C.; Caieiro, J.T. e Pannobianco, M. (2010) - Teste de envelhecimento acelerado em sementes trigo. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, n. 4, p. 118-124.
- Scheeren, B.R.; Peske, S.T.; Schuch, L.O.B. e Barros, A.C.A. (2010) - Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, n. 3, p. 035-041.
- Souza, L.A.; Carvalho, M.L.M.; Kataoka, V.Y. e Oliveira, J.A. (2009) - Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 31, n. 1, p. 060-067.
- Vanzolini, S.; Araki, C.A.S.; Silva, A.C.T.M. e Nakagawa, J. (2007) - Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 29, n. 2, p. 90-96.
- Vidigal, D.S.; Lima, J.S.; Bhering, M.C. e Dias, D.C. F.S. (2008) - Teste de condutividade elétrica em sementes de pimenta. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 30, n. 1, p. 168-174.
- Vieira, R. e Krzyzanowski, F.C. (1999) - Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski, F.C., Vieira, R.D., França Neto, J.B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, p. 4.1-4.26.