

Teste de lixiviação de potássio para avaliação rápida do vigor de sementes de trigo

Gabriel Zanuto Douradinho¹, Gabriel Elias de Souza², Camilla Paulino de Oliveira¹,
Guilherme Bortolazzo¹, Tiago Zoz¹, Fábio Steiner¹

¹ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Unidade Universitária de Cassilândia – UUC. Cassilândia, MS, Brasil. E-mail: gabriel.douradinho@gmail.com; zoz@uems.br; steiner@uems.br

² Faculdade Integradas de Ourinhos – FIO. Departamento de Agronomia. Ourinhos, São Paulo, Brasil. E-mail: gabrielleliassouza@hotmail.com

Recebido: 21/07/2015; Aceito: 24/09/2015.

RESUMO

A avaliação do vigor das sementes é de fundamental importância para o sucesso dos sistemas de produção agrícola. Métodos que possibilitam a rápida avaliação do vigor das sementes são de grande interesse no controle de qualidade das empresas produtoras. Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência do teste de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L., cv. BRS 331), buscando a comparação com outros métodos na diferenciação do vigor dos lotes de sementes. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes. Cinco lotes de sementes do cultivar BRS 331 foram submetidos ao teste de germinação (8 dias), primeira contagem da germinação (4 dias), teste de germinação a baixa temperatura (5 °C/7 dias), envelhecimento acelerado (43 °C/48 h), condutividade elétrica (50 sementes/50 mL de água; 25 °C/24 h), lixiviação de potássio (50 sementes/75 mL de água; 25 °C/2 h) e teor de água. A avaliação do vigor pelo teste de envelhecimento acelerado e lixiviação de potássio foram os métodos mais indicados para separar os lotes de sementes de trigo em diferentes classes de vigor.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, germinação, potencial fisiológico, integridade das membranas, condutividade elétrica, lixiviação de potássio.

Potassium leachate test for the evaluation of wheat seed physiological quality

ABSTRACT

The evaluation of seed physiological quality is fundamental to the success of the agricultural production system. Methods that enable rapid evaluation of seed physiological quality are of great interest in the quality control of producing companies. This study aimed to evaluate the efficiency of potassium leaching test in the evaluation of the wheat seed physiological quality, seeking compared to other methods to differentiate physiological quality of seed lots. A completely randomized design with four replications of 50 seeds each was used. Five wheat seed lots of the cultivar BRS 331 were submitted to germination test (8 days), first count of germination test (four days), low temperature germination test (5 °C/7 days), accelerated aging test (43 °C/48 h) in distilled water (100% RH), electrical conductivity test (50 seeds into 50 mL of water; at 25 °C for 24 h), potassium leaching (50 seeds into 75 mL of water; at 25 °C for 2 h), and seed water content. The evaluation of seed physiological quality by the accelerated aging test and potassium leaching test were the methods most appropriate to separate of wheat seed lots in different classes of physiological potential.

Key words: *Triticum aestivum*, seed germination, physiological potential, membrane integrity, electrical conductivity, potassium leaching.

1. Introdução

A velocidade e uniformidade de emergência de plântulas, determinantes do sucesso do estabelecimento do estande, representam etapas essenciais para a obtenção de alta produtividade na cultura do trigo, de modo que o desenvolvimento de procedimentos para avaliar o potencial fisiológico tem recebido atenção contínua da pesquisa em tecnologia de sementes (MARCOS FILHO et al., 2009; STEINER et al., 2011; SOUZA et al., 2014).

O teste de germinação é fundamental para avaliação do potencial fisiológico das sementes, no entanto, este teste pode superestimar o desempenho em condições de campo, por ser conduzido em laboratório sob condições ideais de temperatura e umidade. Desta forma, os testes de vigor têm sido usados em complementação às informações obtidas no teste de germinação e os seus resultados representam melhor os obtidos no campo, principalmente quando as condições ambientais não são favoráveis (MARCOS FILHO, 1999). Os métodos de determinação do vigor de sementes devem possibilitar resultados confiáveis e rápidos, diminuindo os riscos e prejuízos aos envolvidos no setor de tecnologia de produção de sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Os estudos em tecnologia de sementes têm reportado que os testes rápidos de vigor, que produzem informações consistentes, são aqueles relacionados com os processos fisiológicos da deterioração, por exemplo, as atividades enzimáticas e respiratórias e a integridade das membranas celulares, como os testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio (MIRANDA et al., 2003; KIKUTI et al., 2008; ALVES; SÁ, 2010; STEINER et al., 2011; SOUZA et al., 2014). Estes testes baseiam-se na permeabilidade das membranas, avaliando características relacionadas à liberação de metabólitos durante a embebição das sementes (BARROS et al., 1999).

No teste de condutividade elétrica determina-se a quantidade total de íons liberados durante o processo de embebição das sementes, ao passo que, no teste de lixiviação de potássio, quantifica-se somente o íon potássio (K^+) liberado na solução. O K é o principal íon lixiviado pelas sementes durante a embebição e sua liberação tem sido utilizada como indicador da integridade das membranas celulares (MIGUEL; MARCOS FILHO, 2002; MIRANDA et al., 2003; MARCOS FILHO, 2005; KIKUTI et al., 2008).

O teste de lixiviação de K vem se destacando para avaliação do potencial fisiológico de sementes, resultando em dados satisfatórios para várias espécies, como em soja (CUSTÓDIO; MARCOS FILHO, 1997; DIAS et al., 1997), milho (MIGUEL; MARCOS FILHO, 2002), feijão (BARROS et al., 1999), amendoim (VANZOLINI; NAKAGAWA, 2003; KIKUTI et al., 2008), triticale (STEINER et al., 2011) e

hortaliças (RODO; MARCOS FILHO, 2001; PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001; MIRANDA et al., 2003). No entanto, dados referentes ao uso do teste de lixiviação de K em sementes de trigo são incipientes (BATTISTI et al., 2011; FAVARATO et al., 2011).

Os testes de lixiviação de K possibilitam rápida obtenção dos resultados, que é uma das principais necessidades das empresas de sementes. O teste de lixiviação de K requer apenas em torno de 1 a 2 horas para a obtenção dos resultados, comparado ao período superior a 24 horas necessárias para os demais testes, permite avaliar de forma rápida e eficiente o vigor das sementes. De modo a permitir agilidade nas tomadas de decisões, principalmente às operações de colheita, processamento e comercialização (MARCOS FILHO, 2005). No teste de lixiviação de K, as sementes com menor vigor apresentam menor velocidade de estruturação das membranas quando embebidas em água, tendo como consequência maior liberação de exsudatos para o exterior da célula que aquelas mais vigorosas (HAMPTON; TEKRONY, 1995; MARCOS FILHO, 2005), consequentemente resultando em maior liberação de potássio.

Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência do teste de lixiviação de potássio na avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de trigo, buscando a comparação desse teste com outros métodos na diferenciação do vigor dos lotes de sementes.

2. Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista (FCA/UNESP), Botucatu, SP. Foram utilizados cinco lotes de sementes de trigo, cultivar BRS 331, provenientes da safra 2009, que ficaram armazenados por seis meses até o momento das análises, em ambiente controlado (12 °C e 50% de umidade relativa do ar). A caracterização da qualidade fisiológica das sementes foi realizada pelos testes descritos a seguir:

Teor de água das sementes: determinado em duas subamostras de 5 g de sementes por lote, pelo método da estufa a 105 °C por 24 h, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Teste de germinação: realizado com quatro subamostras de 50 sementes por lote, em rolo de papel toalha com duas folhas, umedecidos com água destilada em quantidade equivalente a 2,7 vezes a massa do substrato seco. Em seguida, mantido em câmara de germinação com temperatura de 20 °C e fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas no oitavo dia após a instalação do teste, determinando-se a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Teste de primeira contagem de germinação: realizado conjuntamente com o teste de germinação, registrando-se a porcentagem de plântulas normais no quarto dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009).

Teste de envelhecimento acelerado: utilizaram-se quatro subamostras de 50 sementes, as quais foram dispostas em camada única sobre tela de aço inoxidável em caixas plásticas transparentes (110 x 110 x 35 mm), contendo 40 mL de água destilada (100% UR), mantida à 43 °C, durante 48 h (LIMA et al., 2006). Em seguida, procedeu-se o teste de germinação com avaliação da porcentagem de plântulas normais no quarto dia após a instalação do teste.

Teste de germinação a baixa temperatura: realizado com quatro subamostras de 50 sementes, em rolos de papel toalha umedecidos com água destilada, na quantidade equivalente a 2,7 vezes a massa do substrato seco, sendo em seguida mantidos à temperatura de 5 °C por 7 dias (FANAN et al., 2006). A avaliação da porcentagem das plântulas normais foi realizada no sétimo dia após a instalação do teste.

Teste de condutividade elétrica: realizado utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes, as quais foram mensuradas as suas massas em balança de precisão 0,001 g e colocadas em copos plásticos contendo 50 mL de água destilada, em seguida foram mantidas à 25 °C por 24 horas. Após esse período, a condutividade elétrica da solução foi mensurada em condutivímetro marca Digimed DM 31, e os valores expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes em função da massa inicial de sementes (SOUZA et al., 2014).

Teste de lixiviação de potássio: foi realizado utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes, as quais foram mensuradas as suas massas em balança de precisão 0,001 g e colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada, em seguida foram mantidas à 25 °C por duas horas (MIGUEL; MARCOS FILHO, 2002). Após esse período, a concentração de potássio na solução foi mensurada em fotômetro de chama. O cálculo da lixiviação de K foi realizado pela multiplicação da concentração de K na solução (mg L^{-1} de K) pelo volume de água destilada (mL) e dividido

pela massa de sementes da amostra (g). Os resultados foram expressos em mg L^{-1} de K g^{-1} de semente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes por tratamento (lote). Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa SISVAR[®] versão 5.3 (FERREIRA, 2011), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, sendo que os dados expressos em porcentagem foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$. Análises de correlação linear de Pearson também foram realizadas entre os testes de vigor e a porcentagem de germinação das sementes.

3. Resultados e Discussão

Os teores iniciais de água situaram-se entre 5,3 e 5,7% (Tabela 1). Essa pequena diferença nos teores de água (0,4%) é desejável afim de que o teste não seja afetado por diferenças metabólicas que possivelmente ocorreriam em níveis abrangentes de água, pois os teores de água juntamente com as condições de umidade e temperatura do ar podem influenciar o vigor das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Os lotes de sementes de trigo apresentaram porcentagem de germinação semelhantes (Tabela 1) e superiores ao mínimo (80%) estabelecido pelos padrões para comercialização de sementes de trigo (BRASIL, 2013). Essas características são importantes para a confiabilidade dos resultados do presente trabalho, pois os testes de vigor devem ser capazes de detectar diferenças no potencial fisiológico de lotes, principalmente dos que possuem poder germinativo semelhante (MARTINS; SILVA, 2005; COIMBRA et al., 2009). Os lotes de sementes não diferiram entre si quanto aos testes de germinação, primeira contagem da germinação e germinação em baixa temperatura (Tabela 1). Entretanto, para o teste de envelhecimento acelerado houve decréscimo de 41% de germinação das sementes do lote 2 quando comparada ao teste de germinação a baixa temperatura.

Tabela 1. Resultados do teor de água das sementes (TA), teste de germinação (G), primeira contagem da germinação (PCG), teste de germinação a baixa temperatura (TB), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e lixiviação de potássio (LK) dos 5 lotes de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L., cv. BRS 331). Botucatu – SP, 2011

Lote	TA	G	PCG	TB	EA	CE	LK
	----- % -----				$\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$	$\mu\text{g mL}^{-1} \text{ K g}^{-1}$	
A	5,3	95 a	89 a	93 a	65 a	25,5 a	4,32 a
B	5,6	90 a	82 a	88 a	36 c	37,6 b	5,82 c
C	5,6	93 a	88 a	90 a	54 ab	34,4 b	4,68 a
D	5,7	91 a	83 a	90 a	46 bc	38,8 b	5,14 bc
E	5,4	94 a	86 a	92 a	62 a	28,4 a	4,86 ab
CV (%)		5,8	9,2	4,9	13,8	8,3	6,5

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

Tabela 2. Coeficientes de correlação simples entre os parâmetros do teste de germinação (G), primeira contagem da germinação (PCG), teste de germinação a baixa temperatura (TB), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e lixiviação de potássio (LK) dos 5 lotes de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L., cv. BRS 331). Botucatu – SP, 2011

	PCG	TB	EA	CE	LK
G	0,93*	0,94**	0,99**	-0,94**	-0,92*
PCG		0,79	0,90*	-0,78	-0,96**
TB			0,96**	-0,90*	-0,88*
EA				-0,91	-0,92*
CE					0,76

* e **: significativo ao nível de 5% e 1% pelo teste F, respectivamente.

O teste de condutividade elétrica separou os lotes em duas classes de vigor: menor vigor (lotes B; C e D) e maior vigor (lotes A e E). Nos testes de envelhecimento acelerado e lixiviação de potássio os lotes foram classificados em quatro grupos: alto vigor (lotes A e E), médio alto vigor (lote 3), médio baixo vigor (lote D) e baixo vigor (lote B). Os três testes classificaram os lotes A e E como de alto vigor. Já o lote B apresentou o menor vigor.

O lote B não diferiu dos demais lotes no teste de germinação a baixa temperatura e primeira contagem de germinação. Entretanto, nos testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e lixiviação de potássio, este lote apresentou o menor vigor entre os lotes avaliados. Por meio desses resultados pode-se destacar que os testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e lixiviação de potássio são mais precisos para classificar lotes de sementes em diferentes níveis de vigor.

Os resultados obtidos na lixiviação de potássio e condutividade elétrica apresentaram correlação negativa com a porcentagem de germinação e demais testes de vigor, verificando assim que os resultados de maior lixiviação de potássio estão relacionados à porcentagem de germinação e vigor das sementes, devido a maior liberação de potássio pela semente, verificadas em lotes de menor vigor (ALVES; SÁ, 2010).

Existe grande dificuldade quanto à identificação de lotes de sementes que possuam nível intermediário de vigor, pois dependendo do teste utilizado, os lotes podem apresentar comportamento próximo aos de alto vigor ou baixo vigor. Para as sementeiras se busca que o teste seja eficiente revelando diferenças de desempenho entre os lotes que possuam maior ou menor potencial fisiológico (MARTINS; SILVA, 2005).

4. Conclusões

Os testes mais indicados para separar os lotes de sementes de trigo em diferentes classes de vigor foram os de envelhecimento acelerado e lixiviação de potássio.

Referências Bibliográficas

ALVES, C. Z., SÁ, M. E. Avaliação do vigor de sementes de rúcula pelo teste de lixiviação de potássio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 32, n. 2, p. 108-116, 2010.

BARROS, M. A.; OHSE, S.; MARCOS FILHO, J. Ion leakage as indicator of vigor in field bean seeds. **Seed Technology**, Waterford-IRL, v. 21, n. 1, p. 44-48, 1999.

BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; BUSANELLO, C.; SCHWERZ, L. Eficiência do uso da massa hectolitro como teste rápido de vigor de semente de trigo (*Triticum aestivum*). **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguiana-RS, v. 18, n. 2, p. 125-135, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Padrões para produção e comercialização de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.)**. Instrução normativa n.45, de 17 de setembro de 2013. Diário Oficial da União, sec.1, de 20/09/2013, 2013.

COIMBRA, R. A.; MARTINS, C. C.; TOMAZ, C. A.; NAKAGAWA J. Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 39, n. 9, p. 2402-2408, 2009.

CUSTÓDIO, C. C.; MARCOS FILHO, J. Potassium leachate test for the evaluation of soybean seed physiological quality. **Seed Science and Technology**, Cambridge-UK, v. 25, n. 3, p. 549-564, 1997.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J.; CARMELLO, Q. A. C. Potassium leakage test for the evaluation of vigour in soybean seeds. **Seed Science and Technology**, Cambridge-UK, v. 25, n. 1, p. 7-18, 1997.

FANAN, S.; MEDINA, P. F.; LIMA, T. C.; MARCOS FILHO, J. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelos testes de envelhecimento acelerado e de frio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 28, n. 2, p. 152-158, 2006.

FAVARATO, L. F.; ROCHA, V. S.; ESPÍNDULA, M. C.; SOUZA, M. A.; PAULA, G. S. Teste de lixiviação de potássio para avaliação da qualidade em sementes de trigo. **Agrária**, Recife-PE, v. 6, p. 670-674, 2011.

- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras-MG, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- HAMPTON, J.G.; TeKRONY, D.M. (Eds.). International Seed Testing Association – ISTA. **Handbook of vigour test methods**. 3. ed. 117p, 1995.
- KIKUTI, H.; MEDINA, P. F.; KIKUTI, A. L. P.; RAMOS, N. P. Teste de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de sementes**, Londrina- PR, v. 30, n. 1, p. 10-18, 2008.
- LIMA, T.C.; MEDINA, P.F.; FANAN, S. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v.28, n.1, p.106-113, 2006.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba-SP: FEALQ, 2005. 495p.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina-PR: ABRATES, 1999. cap.1, p.1-21.
- MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.
- MARTINS, L.; SILVA, W.R. Interpretação de dados obtidos em testes de vigor para a comparação qualitativa entre lotes de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas-RS, v. 27, n. 1, p. 19-30, 2005.
- MIGUEL, M. V. C.; MARCOS FILHO, J. Potassium leakage and maize seed physiological potential. **Scientia Agrícola**, Piracicaba-SP, v. 59, n. 2, p. 315-319, 2002.
- MIRANDA, D. M.; NOVENBRE, A. D. L. C.; CHAMMA, H. M. C. P.; MARCOS FILHO, J. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de pimentão pelo teste de lixiviação de potássio. **Informativo Abrates**, Londrina-PR, v. 13, n. 3, p. 275, 2003.
- PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Evaluation of the physiological potential of tomato seeds by germination and vigor tests. **Seed Technology**, Waterford-IRL, v. 23, n. 2, p. 151-161, 2001.
- RODO, A. B.; MARCOS FILHO, J. Teste de lixiviação de potássio para avaliação rápida do potencial fisiológico de sementes de cebola. **Informativo Abrates**, Londrina-PR, v. 11, n. 2, p.183, 2001.
- SOUZA, G. E.; STEINER, F.; ZOZ, T.; OLIVEIRA, S. S. C.; CRUZ, S. J. S. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de sementes de algodão. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 1, n. 2, p. 35-41, 2014.
- STEINER, F.; OLIVEIRA, S. S. C.; MARTINS, C. C.; CRUZ, S. J. S. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de triticales. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 41, n. 2, p. 200-204, 2011.
- VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 25, n. 2, p. 7-12, 2003.