

Teste de condutividade elétrica para determinação de vigor de sementes de trigo

Angelo Augusto de Assis¹; Idiana Marina Dalastra²

¹ Estudante do curso de Agronomia da Escola de Ciências da Vida da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR, Toledo – Pr. Rua Guarani, 500 – Jardim Coopagro, 85902-532. E-mail addresses: angeloaugustoassis@hotmail.com

² Professora Doutora do curso de Agronomia da Escola de Ciências da Vida da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR, Toledo – Pr. Rua Guarani, 500 – Jardim Coopagro, 85902-532.

Resumo: Escolher uma semente vigorosa e viável é parte fundamental na implantação de uma lavoura de trigo, muitos testes podem ser realizados para determinar viabilidade, o mais utilizados entre eles, o teste de germinação é realizado em sete dias, considerando utilizar testes mais rápidos. Este trabalho teve por objetivo avaliar o uso do teste de condutividade elétrica para diferenciar o vigor de oito lotes de trigo de diferentes qualidades fisiológica, visando determinar testes mais rápidos e eficientes. O teste de condutividade elétrica foi realizado com oito lotes a 20°C, com 4 repetições de 100 sementes em 100 ml de água deionizada por 6, 12, 18 e 24 h. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizados, com fatorial 4 x 8 para teste de condutividade elétrica, os dados foram tabulados e submetidos à análise de regressão. Procedeu-se também a análise de correlação entre os dados de condutividade elétrica com os testes de germinação e envelhecimento acelerado, em função do número de plântulas normais por diferentes períodos de embebição. Os períodos de 18 e 24 horas foram eficientes para determinar o vigor de sementes de trigo.

Palavras-chave; *Triticum aestivum*; integridade das membranas celulares; potencial fisiológico.

Electrical conductivity test for determination of vigor of wheat seeds

Abstract – Choose a vigorous seed is a fundamental part in the deployment of a wheat crop, many tests can be performed to determine such force, the most used among them, the germination test is carried out in seven days, considering using more tests quick. This study aimed to evaluate the use of electrical conductivity test to differentiate the effect of eight lots of different physiological qualities of wheat seeds, in order to determine tests faster and more efficient. The electrical conductivity test was performed with eight lots to 25° C, with 4 replications of 100 seeds in 100 ml of distilled water for 6, 12, 18 and 24 hours. The delineation used was entirely blocks with factorial 4 x 8 for electrical conductivity test, the data were subjected to analysis of variance and averages compared by Tukey test at 5% probability. Also has the correlation analysis between electrical conductivity data with the twinning and accelerated aging tests, on the basis of the number of normal seedlings by different periods of soaking. The 18 and 24 hour periods were efficient to determine the effect of wheat seed.

Key words: *Triticum aestivum*, integrity of cellular membranes, physiological potential.

Introdução

O trigo *Triticum aestivum* L. é uma cultura de inverno muito importante para a região Sul do Brasil, onde se concentra a maior parte da produção nacional, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, porém, destaca-se também outros estados como Santa Catarina, São Paulo e Minas Gerais com participação no fornecimento de trigo no Brasil, a estimativa de produção para o ano de 2018 é de 4.7 milhões de toneladas tendo um aumento de 9% em relação à safra de 2017, a estimativa de consumo é de 11.3 milhões e a importação de 6.8 milhões de toneladas (Conab, 2018).

Apesar de ser umas das culturas mais antiga produzidas comercialmente no Brasil o trigo é pouco explorado como principal cultura de inverno, isso porque o trigo é atacado por

muitas doenças, principalmente as fúngicas, favorecidas pelas condições agroclimáticas com altas precipitações pluviais e temperaturas elevadas, diminuindo o rendimento e a qualidade fisiológica dos grãos. As perdas variam muito de um ano para outro onde a média pode chegar a 44,61 % por hectare (Fernandes; Picinini, 1999).

Os pesquisadores têm um grande desafio em elucidar os mecanismos que regulam o desenvolvimento, a germinação e principalmente a conservação, e ainda estabelecer métodos que permitam a elevação da produtividade de alimentos de interesse social. Os desafios encontrados no armazenamento de sementes é a principal causa de deterioração e perda de qualidade e vigor, é um processo natural de envelhecimento que ocorre com todas as sementes, independente do seu modo de acondicionamento, podendo ocorrer de forma rápida ou gradual. Causa um decréscimo do potencial fisiológico, sendo observados no pós-semeadura, afetando taxa de germinação, velocidade e uniformidade de plântulas emergidas (Marcos Filho, 2005).

O vigor de sementes é uma característica fisiológica de qualidade, que acompanha de modo geral a mesma proporção de acúmulo de matéria seca na semente. Sendo assim uma semente atinge seu máximo vigor quando estiver ao seu máximo acúmulo de matéria seca, variando de espécie para espécie e dependente das condições ambientais (Carvalho; Nakagawa, 2000).

Uma maneira de evitar obtenção de sementes de baixa qualidade é realizar testes de vigor, diversos testes podem ser encontrados na literatura, variando a metodologia de acordo com o tipo e tamanho de semente. O teste mais utilizado em laboratórios de análise é o de germinação, teste esse que demora no mínimo 4 dias para a primeira contagem de plântulas, o estudo de metodologias alternativas e de obtenção de dados rápidos são bem-vindos na cadeia produtiva, pois, a escolha de uma semente de alto vigor é determinante no rendimento de grãos na colheita (Abreu et al, 2016).

O teste de condutividade elétrica, se mostra uma alternativa interessante na avaliação de vigor, se trata de um teste rápido, objetivo e de fácil condução (Ribeiro et al., 2009; Nogueira et al., 2013). O teste consiste na medição da quantidade de solutos lixiviados na solução, ligado diretamente com a integridade da membrana das sementes, ou seja, membranas danificadas ou mal estruturadas tende a ceder mais lixiviados a solução obtendo leituras altas no condutímetro (Vieira & Krzyzanowski, 1999), vários trabalhos se mostraram eficientes na estratificação de lotes de sementes conforme seu vigor, e algumas metodologias já adaptadas para sementes de soja (COLETE et al., 2007), arroz (COSTA, 2014) e azevém (LOPES; FRANKE, 2010).

Portanto este trabalho teve por objetivo avaliar o uso do teste de condutividade elétrica para distinguir lotes de diferentes qualidades fisiológica de sementes de trigo, e padronizar um período de embebição eficiente para a sua determinação.

Materiais e Métodos

O presente estudo foi desenvolvido no laboratório de fitopatologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, *Campus* Toledo no período de fevereiro a abril do ano de 2018. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados, em esquema fatorial 4 x 8 para teste de condutividade elétrica, contando 8 lotes de diferentes qualidades fisiológica em 4 periodos de embebição.

As amostras são oriundas de empresas da região oeste do Paraná e do Paraguai. Foram importados quatro lotes (1, 2, 3 e 4) do país vizinho, adquiridos no Porto Internacional de Cargas de Santa Helena – PR, os outros quatro (5, 6, 7, e 8) foram obtidos em empresas da região oeste do Paraná (municípios Marechal Candido Rondon, Toledo e São Pedro do Iguaçu).

Inicialmente, determinou-se o grau de umidade de cada lote pelo método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 h, utilizando duas repetições de 50 g, sendo calculada com diferença de massa, com base na massa úmida das sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para determinação de massa de mil grãos foram utilizadas 4 repetições de cada amostra, cada uma contendo 100 sementes, foram pesadas e submetidas ao cálculo conforme as regras da RAS (Brasil, 2009).

Para o teste de germinação as sementes foram distribuídas em 4 repetições de 50 sementes cada, todas as repetições foram distribuídas em duas folhas de papel germitest, umedecidas com água cerca de 2,5 vezes o seu peso seco. Os rolos de papel foram amarrados com elástico e colocadas dentro de saco de plástico para manter a umidade. em seguida, os rolos foram colocados em BOD para germinar com temperatura e fotoperíodo constante de 20°C em 12 horas luz e 12 horas escuro, a avaliação foi realizada no sétimo dia de acordo com as regras de análise de sementes (BRASIL, 2009), onde foi feita a contagem de plântulas normais no sétimo dia. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais.

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Ohlson et al. (2010), foi selecionado uma amostra de 200 sementes de cada repetição e colocadas sobre tela de aço inoxidável dentro de caixas de plásticos tipo gerbox contendo 40 ml de água no fundo a fim de manter a 100% UR no seu interior, foi mantida durante 48 horas a uma temperatura de 43°C . Após o período de envelhecimento foram separas em sub-amostras

de 50 sementes cada repetição, realizando a mesma metodologia do teste de germinação foram colocadas em BOD a uma temperatura de 20° C, sete dias após foi realizada a avaliação do número de plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas, resultados descritos em porcentagem (BRASIL, 2009).

O teste de condutividade elétrica foi realizado com sementes inteiras, excluindo-se as danificadas, utilizando 100 sementes, depositadas em copos plásticos (180 mL), e adicionando-se água deionizada 100 mL (NOGUEIRA et al., 2013), por períodos de 6, 12, 18 e 24 horas, à temperatura de 20 °C (BATISTA et al., 2012). Após esses períodos, foi realizada a leitura da condutividade elétrica em condutivímetro, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$.

Para os testes de umidade, massa de mil grãos, germinação e envelhecimento acelerado o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com esquema fatorial simples, para o teste de condutividade elétrica o delineamento experimental foi o inteiramente casualizados em esquema fatorial 4x8, os dados foram tabulados e submetidos a análise de regressão.

Resultados e Discussões

Os resultados de umidade de sementes e massa de mil grãos estão dispostos juntamente a porcentagem de germinação para os lotes na Tabela 1, a umidade dos lotes 1, 2, 7 e 8 variou entre 11,3 e 11,6%, os lotes 3 e 4 entre 12,2 e 12,6%, para o lote 5 11,0% e lote 6 13,0% com variação de 1,26%, valor condizente com amplitude aceita de 1 a 2 pontos percentuais (KRYZANOWSKI, 1999).

Tabela 1 - Dados obtidos nas avaliações realizadas nos lotes de trigo, umidade (%), massa de mil grãos (g) e germinação (%), Toledo, PR.

LOTES	Grau de umidade (%)	MMG (g)	Germinação (%)	EA (%)
1	11,6	28,25	40 c	2,00 cd
2	11,3	28,94	49c	1,50 d
3	12,2	30,33	12d	1,00 d
4	12,6	28,49	24d	0,00 d
5	11,0	31,99	94a	94,00 a
6	13,0	32,56	74b	56,5 b
7	11,3	32,84	72b	9,00 c
8	11,3	38,14	72b	0,5 d
CV (%)	1,26	-	12,19	15,09
Média	11,7	-	54,31	20,94
DMS	0,61	-	15,81	7,50

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

A umidade entre os lotes manteve-se na proporção recomendada. É preferível manter a umidade próxima entre os lotes pois a alta umidade na semente pode elevar os valores da leitura

do condutivímentro, contudo, a baixa umidade também pode interferir na leitura, pois, diminui a liberação de lixiviados da semente para a água, podendo distorcer o valor real de integridade fisiológica de uma semente. A umidade para se realizar o teste de condutividade elétrica em semente de trigo é preferível manter-se entre 11 e 17% (VIEIRA *et al.*, 2002).

Os lotes foram estratificados em 4 diferentes níveis de viabilidade. A germinação para o lote 5 teve melhor viabilidade entre os lotes avaliados e foi o único que se manteve na categoria de comercialização de sementes com germinação acima de 80% (MAPA, 2013), e se repetiu para o teste de envelhecimento acelerado Tabela 1. Os lotes 6, 7 e 8 apresentaram germinação intermediária 72 a 73% não se diferenciando estatisticamente. Foi observado uma baixa viabilidade entre os lotes importados 1 e 2 com germinação entre 40 e 48% e os lotes 3 e 4 o qual a porcentagem de germinação foi inferior a 24%, não atingindo o mínimo para classificação como semente de comercialização, e foi confirmada no teste de envelhecimento acelerado Tabela 1 onde as porcentagens de sementes mortas para os lotes importados (1, 2, 3 e 4) chegaram até 100%, esse baixo vigor pode estar relacionado o tempo e condições de armazenamento de sementes não tratadas, Júnior e Usbert (2007) em sua tese verificou que sementes de trigo não tratadas apresentaram um decréscimo significativo de vigor após 12 meses de armazenamento.

A condutividade elétrica para os lotes 1, 3 e 4 em 6 h de embebição teve uma intensa liberação de lixiviados logo no início do teste, correlacionando com a baixa viabilidade obtida no teste de germinação Tabela 1, essa intensa liberação de lixiviados está diretamente relacionada com membranas celulares deterioradas, Souza *et al.* (2009) observou que lotes de sementes deterioradas de mamona tiveram uma absorção de água maior nos períodos iniciais de teste, conseqüentemente liberou mais lixiviados na solução de água.

O lote 5 se comprovou de maior vigor, durante os testes de condutividade elétrica em embebição por 6 h Tabela 2, porém não se diferenciou significativamente do lote 2 que demonstrou baixo vigor no teste de envelhecimento acelerado, demonstrando que o período de 6 h de embebição não foi suficiente para diferenciação dos lotes de trigo, resultados que corroboram com (MENEZES, 2013). Por outro lado, alguns autores demonstraram a eficiência da avaliação de vigor por condutividade elétrica a partir de 3 h com sementes de mamão (TOKUHISA, 2009), feijão Mungo-Verde (ARAUJO *et al.*, 2011) e mamona (SOUZA, 2007).

Tabela 2 - Condutividade elétrica em $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ de lotes de sementes de trigo submetidas a diferentes horas de embebição. Toledo, Pr.

Lote	Horas de embebição
------	--------------------

	6	12	18	24
1	41,43 b D	55,65 b C	62,50 b B	75,72 b A
2	28,45 cd B	33,58 ef B	40,55 d A	45,20 d A
3	31,30 cd D	48,50 bc C	65,18 b B	74,78 b A
4	56,03 a D	88,18 a C	104,35 a B	120,95 a A
5	28,43 cd A	31,75 f A	31,85 e A	34,50 e A
6	33,10 c C	42,95 cd B	51,73 c A	57,40 c A
7	27,70 d C	39,03 de B	41,30 d B	47,43 d A
8	33,10 c C	45,53 bc B	50,08 c B	61,05 c A
Média	50,82			
Cv	6,50			

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

Os valores de condutividade elétrica aumentaram proporcionalmente entre os lotes com o período de embebição observados também por Tokuhisa, (2009). Foi possível notar que durante os períodos o lote 5 se manteve como o de menor valor de CE tendo baixa variação conforme as horas de embebição, porém somente a partir das 18 h foi possível destacar estatisticamente o lote 5 como o mais viável confirmando assim como lote de melhor qualidade fisiológica.

Foi possível verificar o melhor período para distinção dos lotes pelo coeficiente de correlação Tabela 3, demonstrando uma correlação forte negativa, classificação proposta por Devore (2006), para os períodos de 18 h e 24 h, a correlação negativa indica que a variação das medias são inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior o valor obtido no condutivímetro, menor é a taxa de germinação. Comparando o teste de CE com o de envelhecimento acelerado foi possível constatar que a correlação foi moderada a partir das 12 h, e não se alterou até as 24h, a qual teve um leve aumento não significativo, resultados semelhantes obtidos em sementes de azevém (LOPES; FRANKE, 2010).

Tabela 3 - Coeficientes de correlação de Pearson para a porcentagem de germinação (G), porcentagem de plântulas normais do teste de envelhecimento acelerado (EA), em relação à condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) dos lotes de sementes de trigo embebidas em 100 ml de água destilada por diferentes períodos de embebição a 25 °C, Toledo Pr.

Variáveis	CE - 6 h	CE - 12 h	CE - 18 h	CE - 24 h
-----------	----------	-----------	-----------	-----------

G	-0,52722*	-0,6263*	-0,73654*	-0,73652*
EA	-0,3301	-0,43348	-0,47341	-0,51132*

*Significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Devido a sua facilidade de uso e execução o teste de condutividade elétrica é visto como alternativa eficiente e rápida para os laboratórios de análise de sementes na separação de lotes conforme seu vigor. A comparação do teste de CE com o de germinação proporcionou identificar qual foi o melhor lote no presente estudo.

Conclusão

1 O teste de condutividade elétrica é eficiente em distinguir lotes de qualidades fisiológicas diferentes de trigo.

2 O período mais indicado de embebição é de 18 e 24 horas, em 100 mL de água destilada, com 100 sementes por amostra mediante a 25°C.

Referências Bibliográficas

ABREU, M. B. de; PEREIRA, R. S. G.; EICHELBERGER, L. **Emergência de plântulas de *Triticum aestivum* L. em função do vigor da semente e da profundidade de semeadura.** 2016. 16 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Sc, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/174351/TCC-MARCELA>>

BITTERN COURT DE ABREU.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 09 abr. 2018.
ARAUJO, R. F. et al. Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão-mungo-verde. **Revista Brasileira de Sementes**, Viçosa, Mg, v. 33, n. 1, p.123-130, nov. 2011.

BATISTA, N. A. S. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi pelo teste de condutividade elétrica. **Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 4, p.550-554, jul. 2012.

BRASIL (2009) **Regras para análise de sementes**. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Mapa/ACS. 399p

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. (Ed.). **Sementes Ciência, Tecnologia e Produção**. 4. ed. Jaboticabal, Sp: Funep, 2000. 588 p

COLETE, J. C. F. et al. Condutividade elétrica da solução de embebição de sementes e emergência de plântulas de soja. **Científica**, Jaboticabal, Sp, v. 35, n. 1, p.10-16, jan. 2007.
CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 6. ed. Brasília, Df: Conab, 2018. 140 p. V. 5. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_03_13_14_15_33_grao_marco_2018.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2018.

COSTA, R. A. B. S.. **Utilização do teste de condutividade elétrica para estratificar sementes de arroz**. 2014. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande, Santo Antônio da Patrulha, Rs, 2014. Disponível em: <https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/conteudo_digital/000006009.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2018.

DEVORE, J. L. **Probabilidade e estatística: para engenharia e ciências**. São Paulo, SP: Thomson Pioneira, 2006. 706 p.

FERNANDES, J. M. C.; PICININI, E. C. **Controlando as doenças de trigo na hora certa**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 3p.html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 22). Disponível: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co22.htm>. Acesso em: 24 mar. 2018.

KRYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, 1999. 218 p.

LOPES, R. R.; FRANKE, L. B. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de azevém (*Lolium multiflorum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Viçosa, Mg, v. 32, n. 1, p.123-130, nov. 2010.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba, Sp: Fealq, 2005. 15 v

MENEZES, V. O. **Condutividade elétrica massal, individual e avaliações citogenéticas para determinação do vigor de sementes de trigo**. 2013. 146 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rs, 2013.

MAPA. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **45**: Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. 1 ed. Brasília, Df: **Abrasem**, 2013. 38 p. Disponível em: <<http://abrasem.com.br/wp-content/uploads/2012/10/Instrução-Normativa-nº-45-de-17-de-Setembro-de-2013-Padrões-de-Identidade-e-Qualidade-Prod-e-Comerc-de-Sementes-Grandes-Culturas-Republicação-DOU-20.09.13.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

NOGUEIRA, J. L. et al. Teste de condutividade elétrica para avaliação do potencial fisiológico de sementes de aveia preta. **Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 6, p.896-901, nov. 2013.

OHLSON, O. de C. et al. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, Df, v. 32, n. 4, p.118-124, jan. 2010.

RIBEIRO, D. M. et al. Teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor de sementes em milho-pipoca (*Zea mays* L.). **Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 6, p.772-776, nov. 2009.

ROCHA JÚNIOR, L. S.; USBERT, R. Qualidade física e fisiológica de sementes de trigo expurgadas com fosfina durante o armazenamento. **Feagri**, Campinas, Sp, v. 29, n. 1, p.45-51, 21 fev. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n1/07.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

SOUZA, L. A. de et al. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, Mg, v. 31, n. 1, p.60-67, 2009.

SOUZA, L. A. de. **Teste de condutividade elétrica para avaliação de qualidade de sementes de mamona**. 2007. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Mg, 2007. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4048/1/DISSERTAÇÃO_TestedeCondutividadeElétricaparaAvaliaçãodaQualidadedeSementesdeMamona.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2018.

TOKUHISA D. et al. Teste de condutividade de elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamão (*Carica papaya L.*). **Revista Brasileira de Sementes**, Viçosa, Mg, v. 31, n. 2, p.137-145, jan. 2009.

VIEIRA, R. D. et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Df, v. 37, n. 9, p.1333-1338, set. 2002.