

Potencial fisiológico de sementes de feijão-caupi submetidas à pré-hidratação

Luma Rayane de Lima Nunes¹, Paloma Rayane Pinheiro¹, Alek Sandro Dutra¹

Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: lumanunes20@hotmail.com, palloma.ana@hotmail.com, alekdutra@ufc.br

Recebido: 25/04/2018; Aceito: 27/11/2018.

RESUMO

A utilização de sementes de boa qualidade é fundamental para o estabelecimento adequado de uma lavoura. Para uma análise mais precisa da qualidade de sementes, faz-se necessária a complementação das informações fornecidas pelo teste de germinação com os testes de vigor, que dentre eles se destaca o de condutividade elétrica, por ser considerado rápido, simples e confiável. O presente trabalho objetivou avaliar a influência da pré-hidratação na eficiência do teste de condutividade elétrica na avaliação do potencial fisiológico em seis lotes de sementes de feijão-caupi cv. Setentão. Inicialmente, procedeu-se à caracterização dos lotes pela determinação do teor de água e pelos testes de germinação e vigor (primeira contagem, índice de velocidade de germinação, emergência em campo, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica). Posteriormente, as sementes foram submetidas aos tratamentos de pré-hidratação em substrato úmido por 0, 6, 9, 12, 15 e 18 horas antes da imersão em água, e realizada nova leitura. Tempos de pré-hidratação a partir de nove até quinze horas podem ser utilizados para identificação de diferenças mais sensíveis na qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi.

Palavras-chave: embebição, qualidade fisiológica, vigor.

Physiological potential of cowpea seeds submitted to pre-priming

ABSTRACT

The use of good quality seed is essential for the proper establishment of a crop. For a more accurate analysis of the seed quality, it is necessary to complement the information provided by the germination test with the vigor tests, which, among them, the electrical conductivity stand out, since it is considered fast, simple and reliable. The present work aimed to evaluate the influence of pre-priming on the efficiency of the electrical conductivity test in the evaluation of the physiological potential in six lots of cowpea cv. Seventy. The germination and vigor tests (first count, germination speed index, field emergence, accelerated aging and electrical conductivity) were determined by the determination of the water content. Subsequently, the seeds were submitted to the pre-priming treatments in humid substrate for 0, 6, 9, 12, 15 and 18 hours, before immersion in water and re-reading. Pre-priming times from nine to fifteen hours can be used to identify less sensitive differences in the physiological quality of cowpea seeds.

Keywords: imbibition, physiological quality, vigor.

1. Introdução

A análise de sementes consiste numa etapa essencial no sistema de produção de sementes, por permitir o conhecimento concreto das condições de um lote e auxiliar na adoção de decisões acertadas no que se refere ao seu manejo, especialmente no período de colheita, processamento e comercialização.

Em uma análise mais apurada, faz-se necessária a complementação das informações fornecidas pelo teste de germinação e vigor, possibilitando a seleção dos melhores lotes para distribuição comercial e semeadura. Dentre os testes que contemplam o teste de vigor, destaca-se o de condutividade elétrica (Araujo et al., 2011), em que diversos autores veem relatando sua eficiência como uma alternativa para a determinação da viabilidade de sementes (Machado et al., 2011; Barbosa et al., 2012; Silva et al., 2012; Araujo et al., 2011; Oliveira et al., 2012; Haesbaert et al., 2017).

Neste teste, a qualidade das sementes é avaliada indiretamente através da determinação da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes, em que as menos vigorosas liberam quantidades maiores de solutos para o ambiente externo (Machado et al., 2011; Marcos-Filho, 2015), enquanto que os menores valores, correspondentes à menor liberação de exsudatos, revelam menor intensidade de desorganização dos sistemas de membranas das células (Vieira et al., 2002).

Vários fatores podem interferir na precisão da condução do teste, tais como: volume de água de embebição (Soares et al., 2010); temperatura e períodos de embebição (Carvalho et al., 2009); danos mecânicos, injúrias por insetos, tamanho, genótipo e tratamento químico (Vieira e Krzyzanowski, 1999), além do teor inicial de água das sementes (Barbosa et al., 2012), pois, se a embebição ocorrer muito rapidamente, não haverá tempo hábil para que as células retornem ao estado cristalino líquido, situação na qual ocorrem danos celulares e lixiviação de eletrólitos e outras substâncias intracelulares, caracterizando o dano por embebição (Marcos-Filho, 2015). Assim sendo, amostras de sementes em diferentes estádios do processo de deterioração poderão apresentar danos de diferentes intensidades causados pela rápida hidratação, que afeta a taxa de lixiviação de eletrólitos e, conseqüentemente, influencia a eficiência do teste de condutividade (Rodrigues et al., 2006).

Desse modo, estudos sobre a pré-hidratação controlada das sementes antes da condução do teste de condutividade elétrica surgem como uma alternativa capaz de aumentar a eficiência do teste na separação de lotes em níveis de vigor, por ser relativamente simples, não exigir equipamentos sofisticados e não apresentar dificuldades consideráveis para sua padronização (Rodrigues et al., 2006). Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da pré-

hidratação de sementes de feijão-caupi, com ênfase no teste de condutividade elétrica, para posterior avaliação do potencial fisiológico dos lotes.

2. Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE. Foram utilizados seis lotes de sementes do cultivar Setentão, provenientes do Banco de Germoplasma de Feijão-caupi do Centro de Ciências Agrárias do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará.

Para a caracterização e avaliação qualitativa dos lotes, as sementes foram submetidas aos seguintes testes, para posteriormente serem pré-hidratadas e proceder-se à avaliação de sua influência na qualidade fisiológica das sementes: **Determinação do teor de água** (base úmida) - conduzido em estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24h (Brasil, 2009), com uso de quatro subamostras de 50 sementes para cada lote. **Teste de germinação** - conduzido com 200 sementes, divididas em quatro repetições para cada lote, semeadas entre folhas de papel tipo Germitest®, umedecidas com água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, e encubadas em condição de fotoperíodo de 12 horas a 25°C . A contagem foi realizada oito dias após a semeadura, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). **Primeira contagem de germinação** - foi registrado o percentual de plântulas normais de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), cinco dias após a implantação do teste de germinação. **Velocidade de germinação** - realizado em conjunto com o teste de germinação a partir de contagens diárias, adotando como critério o número de plântulas normais durante o período de avaliação. O índice foi calculado segundo Maguire (1962). **Teste de emergência** - foram semeadas em canteiro 200 sementes por lote, distribuídas em quatro repetições de 50. A avaliação foi realizada a partir da contagem de plântulas normais, no décimo quarto dia após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem. **Envelhecimento Acelerado** - utilizou-se quatro amostras de 50 sementes cada, que foram distribuídas sobre tela suspensa no interior de caixa plástica (11 x 11 x 3 cm) contendo 40 ml de água destilada e mantidas em incubadora tipo BOD, regulada a 41°C , por 48 horas (Bertolin et al., 2011). Posteriormente, as sementes foram colocadas para germinar conforme descrição anterior, com avaliação realizada no quinto dia após a semeadura e, os resultados, expressos em porcentagem de plântulas normais. **Teste de condutividade elétrica** - conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, tomadas a

partir da porção de sementes puras de feijão-caupi, pesadas em balança analítica com precisão de três casas decimais e colocadas para embeber em 75 mL de água destilada em copos de plásticos (200 mL), sendo mantidas em câmara de germinação, tipo BOD, a 25 °C, durante 24 h. Após este período, foi realizada a leitura da condutividade elétrica da solução e os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Para a pré-hidratação em substrato úmido, as sementes foram colocadas em rolos de papel tipo Germitest® pelos períodos de 0 (sem pré-hidratação), 6, 9, 12, 15 e 18 h. Os papéis foram umedecidos com 2,5 vezes o peso do papel seco, e os rolos com as sementes para pré-hidratar submetidos à temperatura de 25 °C. Ao completar cada tempo de pré-hidratação, as amostras de sementes foram retiradas, e, em seguida, colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada, por 18, 15, 12 e 6 h para completar as 24 horas de embebição e, em seguida, procedeu-se à leitura da condutividade elétrica em todos os tratamentos, com os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

O teor de água das sementes foi monitorado através de pesagens após completar o tempo de pré-hidratação das amostras e determinando pela fórmula $P_i (100 - U_i) = P_f (100 - U_f)$, onde: P_i e P_f correspondem aos pesos inicial e final das amostras, respectivamente; U_i e U_f correspondem às umidades inicial e final, em base úmida das amostras, respectivamente.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados obtidos na caracterização dos lotes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Por sua vez, os dados da condutividade elétrica do segundo experimento foram submetidos à análise de variância em experimento fatorial 6 x 6 (seis lotes e seis tempos de pré-hidratação), realizando-se a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão polinomial para os tempos de pré-hidratação. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR® (Ferreira, 2000).

3. Resultados e Discussão

Os resultados do teor de água, germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado, emergência em campo, condutividade elétrica e índice de velocidade de germinação, utilizados na caracterização dos lotes de sementes de feijão-caupi são mostrados na Tabela 1. Conforme observado, embora os lotes apresentem diferenças quanto ao potencial fisiológico, verificou-se uniformidade no teor de água das sementes, uma vez que a diferença entre os lotes foi de no máximo 0,3 pontos percentuais, valor esse inferior à amplitude aceita, de 1 a 2 pontos percentuais (Marcos-Filho, 2015), e dentro da faixa recomendada para a realização do teste de condutividade elétrica, de 10 a 17% (Krzyzanowski e Vieira, 1999). Esse fato é importante para a execução dos testes, pois deve haver uniformidade do teor de água inicial para a obtenção de resultados consistentes neste teste (Vieira et al. 2002), evitando diferenças na atividade metabólica, na velocidade de umedecimento e na intensidade de deterioração das sementes por diferenças iniciais de umidade (Sponchiado et al. 2014).

As diferenças verificadas entre os seis lotes para o teste de germinação não permitiram separação entre os mesmos, embora tenha ocorrido agrupamento dos lotes 3 e 6 como inferior aos demais, apresentando germinação abaixo da média recomendada para comercialização de feijão-caupi no Brasil, que é de 80% (Mapa, 2013). Os demais lotes, por sua vez, apresentaram porcentagem de germinação semelhante, sendo observados valores acima de 90%. Silva e Villela (2011) e Rodrigues et al. (2006) também não conseguiram classificar lotes de sementes analisando apenas o potencial germinativo. Esses resultados enfatizam a limitação do teste de germinação na detecção de diferenças na qualidade fisiológica de sementes, sendo necessária a complementação com os testes de vigor. A partir da avaliação do vigor pelos testes da PC, EA e IVG pôde-se observar uma separação entre os lotes, sendo L2 e L4 classificados como mais vigorosos, L1 e L5 como intermediários, e L3 e L6 como de qualidade inferior.

Tabela 1. Teor de água (TA), germinação (G), primeira contagem (PC), envelhecimento acelerado (EA), emergência em campo (EC), índice de velocidade de germinação (IVG) e condutividade elétrica (CE) de sementes de seis lotes de feijão-caupi.

| Lotes | TA | G | PC | EA | EC | CE | IVG |
|-------|-----|-------------------|---------------|-------|-------|-------------------------------------|---------|
| | | % | % | | | $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ | ----- |
| L1 | 9,5 | 92 a ¹ | 73 b | 51 b | 87 b | 72,74 b | 10,01 a |
| L2 | 9,4 | 94 a | 88 a | 80 a | 91 ab | 64,64 a | 11,14 a |
| L3 | 9,5 | 63 b | 43 c | 41 c | 62 d | 100,24 d | 8,44 b |
| L4 | 9,4 | 94 a | 86 a | 80 a | 95 a | 67,74 ab | 11,15 a |
| L5 | 9,4 | 91 a | 74 b | 79 a | 77 c | 82,38 c | 11,04 a |
| L6 | 9,2 | 64 b | 44 c | 40 c | 59 d | 101,01 d | 6,57 c |
| Média | 9,4 | 84,46 | 66,42 | 61,58 | 78,54 | 81,46 | 9,88 |
| CV(%) | | 2,03 | 3,61 | 4,35 | 3,30 | 3,33 | 6,28 |

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Os lotes apresentaram comportamento similar para os testes de EC e CE sem a pré-hidratação (Tabela 1), possibilitando a identificação dos lotes em quatro níveis: alto (L2 e L4), bom (L1), intermediário (L5) e baixo (L3 e L6) potencial fisiológico. Rodrigues et al. (2006) encontraram resultados semelhantes a esses, revelando que os valores referentes à emergência das plântulas de soja tiveram a mesma propensão que o teste de condutividade elétrica após 24 horas. Araujo et al. (2011) encontram altos coeficientes de correlação entre os valores observados no teste de condutividade elétrica e a emergência em campo para feijão-mungo-verde.

Foram observados valores superiores da CE no tratamento onde não houve a pré-hidratação (0 horas) em relação àqueles com algum período de pré-hidratação (Tabela 2). Isso já era esperado, pois de

acordo com Hoekstra et al. (1999), as diferenças acentuadas entre o potencial hídrico das sementes e o meio em que se encontram acarretam uma série de alterações na conformação e estrutura do sistema de membranas, devido à rápida entrada de água nas sementes, resultando em danos por rápida embebição (Rodrigues et al., 2006).

Assim, as sementes pré-hidratadas possuem um nível maior de organização das membranas celulares em relação às não pré-hidratadas, diminuindo a quantidade de lixiviados liberados na solução de embebição da CE. Resultados semelhantes também foram encontrados por Silva e Villela (2011) ao compararem sementes de soja com e sem pré-hidratação, evidenciando a eficiência desta mesmo em cultivares menos sensíveis aos danos por embebição.

Tabela 2. Condutividade elétrica (CE) de seis lotes de sementes de feijão-caupi após tratamento de pré-hidratação em substrato úmido.

| Lotes | Tempo (horas) | | | | | |
|-------|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 |
| | $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ | | | | | |
| L1 | 72,74 b | 62,17 b | 59,35 c | 52,26 b | 48,22 c | 46,42 b |
| L2 | 67,74 ab | 63,96 b | 44,86 b | 40,26 a | 38,22 b | 36,62 a |
| L3 | 100,24 d | 83,00 c | 70,50 d | 69,81 c | 66,01 d | 70,98 d |
| L4 | 64,64 a | 43,00 a | 41,85 a | 37,58 b | 34,77 a | 36,42 a |
| L5 | 82,38 c | 62,33 b | 59,75 c | 52,97 b | 48,95 c | 63,38 c |
| L6 | 101,01 d | 95,78 d | 79,75 e | 79,31 d | 79,94 e | 75,28 d |

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A análise dos resultados obtidos no teste de CE após a pré-hidratação permitiu verificar que, após nove horas de hidratação, já houve uma maior diferenciação entre os lotes avaliados, indicando o L4 como de qualidade superior, L6 como de qualidade inferior e os lotes L1, L2, L3 e L5 como intermediários.

É importante ressaltar que em todos os lotes, o aumento no tempo diminuiu a lixiviação de exsudatos das sementes, sendo que, a partir das nove horas de pré-hidratação, o teste mostrou-se mais sensível às diferenças de qualidade fisiológica entre os lotes avaliados. Esse fato é decorrente por conta de que nas primeiras horas após a embebição é intensa a liberação de eletrólitos, tanto pelas sementes intactas e vigorosas, como pelas danificadas (Menezes et al., 2007), tornando difícil a identificação, sendo necessário um período para que ocorra um reparo nas membranas (Rodrigues et al., 2006).

Observa-se uma queda acentuada nos valores de CE conforme o aumento do tempo de pré-hidratação, principalmente no intervalo de zero a seis horas. Como justificativa a essa maior lixiviação nas sementes com menor teor de água inicial, está a possível ocorrência de dano por embebição, que se trata de um dano físico às

sementes, ocorrendo um bloqueio ao sistema metabólico (Rodrigues et al., 2006) (Figura 1).

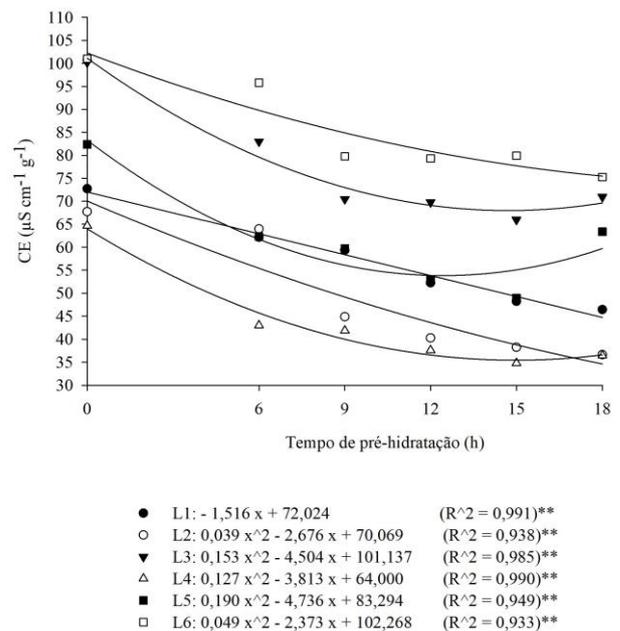


Figura 1. Condutividade elétrica de seis lotes de sementes de feijão-caupi em função de tempos de pré-hidratação. (** Significativo a 1%).

Os dados apresentados na Figura 2 mostram que a pré-hidratação proporcionou um aumento no teor de água nos diferentes tempos para as sementes dos seis lotes de feijão-caupi, observando um incremento de 10,93; 10,62; 11,38; 10,22; 10,68 e 14% a cada intervalo de tempo avaliado para L1, L2, L3, L4, L5 e L6, respectivamente. O modelo de equação linear apresentou a melhor ajuste para explicar os resultados dos teores de água das sementes, com coeficiente de determinação acima de 0,97 em todos os lotes avaliados.

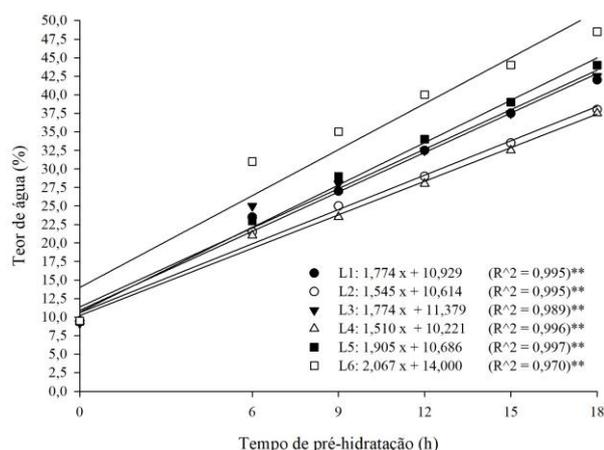


Figura 2. Teor de água das sementes dos lotes de sementes de feijão-caupi em função de tempos de pré-hidratação. (** Significativo a 1%).

O aumento do teor de água nas sementes, imposto pela pré-hidratação, permitiu a reestruturação das membranas celulares, regulando o vazamento de eletrólitos. Esses resultados vão ao encontro dos obtidos por Silva e Villela (2011) ao observarem que os valores da condutividade elétrica decresceram de forma linear em função do acréscimo do teor de água das sementes de soja quando submetidas aos métodos de pré-hidratação. Vieira et al. (2002) afirmam terem encontrado uma diferença máxima de $45 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ entre lotes com diferentes teores de água (7 e 17%).

Entretanto, Costa et al. (2008) verificaram que a hidratação das sementes de ervilha até os teores de água de 12 a 14% e, em seguida, a execução do teste de condutividade elétrica promoveram uma classificação dos lotes semelhantes à obtida sem a hidratação prévia. Dias et al. (1998), ao conduzir testes de CE com sementes de feijão-de-vagem, verificaram um aumento dos valores com o decorrer do período de hidratação.

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, foi possível observar rapidez e eficácia na obtenção de informações quando as sementes foram pré-hidratadas, possibilitando uma separação mais precisa entre os lotes, visto que, na análise da germinação e vigor, lotes intermediários foram classificados como de alto potencial fisiológico.

4. Conclusões

A pré-hidratação contribuiu para melhorar a eficiência do teste de condutividade elétrica quando comparado com a imersão das sementes diretamente em água.

Tempos de pré-hidratação a partir de nove até quinze horas podem ser utilizados para identificação de diferenças mais sensíveis na qualidade fisiológica das sementes de feijão-caupi cultivar Setentão.

Referências Bibliográficas

- Araujo, R. F., Zonta, J.B., Araujo, E.F., Heberle, E., Zonta, F.M.G., 2011. Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão-mungo-verde. *Revista Brasileira de Sementes*, 33, 123-130.
- Barbosa, R.M.; Silva, C.B.; Medeiros, M.A.; Centuriom, M.A.P.C.; Vieira, R.D., 2012. Condutividade elétrica em função do teor de água inicial de sementes de amendoim. *Ciência Rural*, 42, 45-51.
- Bertolin, D.C.; Sá, M.E.de; Moreira, E. R. 2011. Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, 33, 104 - 112.
- Brasil, 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. regras para análise de sementes. Brasília: mapa/ACS, 395p.
- Carvalho, L.F.; Sedyama, C.S.; Dias, D.C.F.S.; Reis, M.S.; Moreira, M.A., 2009. Teste rápido de condutividade elétrica e correlação com outros testes de vigor. *Revista Brasileira de Sementes*, 31, 239-248.
- Costa, C.J.; Villela, F.A.; Bertoncello, M.R.; Tillmann, M.A.A.; Menezes, N.L., 2008. Pré-hidratação de sementes de ervilha e sua interferência na avaliação do potencial fisiológico. *Revista Brasileira de Sementes*, 30, 198-207.
- Dias, D.C.F.S.; Vieira, A.N.; Bhering, M.C., 1998. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão-de-vagem e quiabo. *Revista Brasileira de Sementes*, 20, 408-413.
- Ferreira, D.F., 2000. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 255-258.
- Haesbaert, F.M.; Lopes, S.J.; Mertz, L.M.; Lúcio, A.D.C.; Huth, C., 2017. Tamanho de amostra para determinação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol. *Bragantia*, 76, 54-61.
- Hoekstra, F.A.; Golovina, E.A.; Van Aelst, A.C.; Hemminga, M.A., 1999. Imbibitional leakage from anhydrobiotes revisited. *Plant, Cell and Environment*, 22, 1121-1131.
- Machado, C.G.; Martins, C.C.; Santana, D.G.; Cruz, S.C.S.; Oliveira, S.S.C., 2011. Adequação do teste de condutividade

- elétrica para sementes de *Pisum sativum* subsp. *Ciência Rural*, 41, 988-995.
- Maguire, J.D., 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2, 176-177.
- Marcos-Filho, J., 2015. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*, segunda ed. Londrina: Abrates, 659p.
- Menezes, N.L.; Garcia, D.C.; Bahry, C.A.; Mattioni, N.M., 2007. Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta. *Revista Brasileira de Sementes*, 29, 138-142.
- Mapa, 2013. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45. Padrões para a produção e a comercialização de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), n.183, seção 1, p.6.
- Oliveira, F.N. de; Torres, S.B.; Vieira, F.E.R.; Paiva, E.P.de; Dutra, A.S., 2012. Qualidade fisiológica de sementes de girassol avaliadas por condutividade elétrica. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42, 279-287.
- Rodrigues, M.B.C.; Villela, F.A.; Tillmann, M.A.A.; Carvalho, R., 2006. Pré-hidratação em sementes de soja e eficiência do teste de condutividade elétrica. *Revista Brasileira de Sementes*, 28, 168-181.
- Silva, C.D.; Pazeto, M.S.R.; Vieira, R.D., 2012. Electrical conductivity and mineral composition of the imbibition solution of bean seeds during storage. *Ciência e Agrotecnologia*, 36, 147-155.
- Silva, K.R.G.; Villela, F.A., 2011. Pré-hidratação e avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 33, 331-345.
- Soares, M.M.; Conceição, P.M.; Dias, D.C.F.S., Alvarenga, E.M., 2010. Testes para avaliação do vigor de sementes de sorgo com ênfase à condutividade elétrica. *Ciência e Agrotecnologia*, 34, 391-397.
- Sponchiado, J.C.; Clovis, A.S.; Medeiros Coelho, C.M., 2014. Teste de condutividade elétrica para determinação do potencial fisiológico de sementes de aveia branca. *Semina: Ciências Agrárias*, 35, 2405-2414.
- Vieira, R.D.; Penariol, A.L.; Perecin, D.; Panobianco, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja., 2002. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37, 1333-1338.
- Vieira, R.D.; Krzyzanowski, F.C. Teste de condutividade elétrica, 1999. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França Neto, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*, Londrina: Abrates, 84-109.